

NOSITEL  
VYZNAMENÁNÍ  
ZA BRANNOU  
VÝCHOVU  
I. A II. STUPNĚ



ŘADA PRO KONSTRUKTÉRY

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU  
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ  
ROČNÍK XXXV/1986 ● ● ČÍSLO 1

### V TOMTO SEŠITĚ

Vážení čtenáři ..... 1

### BEZPEČNOSTNÍ HLEDISKA PŘI KONSTRUKCI AMATÉRSKÝCH ZAŘÍZENÍ

Příklad — zadání ..... 2

Všeobecné informace ..... 2

Návrh zařízení ..... 5

Provedení skříně, vnější

připojné místa ..... 6

Vliv teploty ..... 7

Tepelně namáhané díly ..... 7

Požadavky na izolaci ..... 9

Izolační vrstvy

a přepážky ..... 9

Volba součástek

a materiálů ..... 10

Síťový spínač ..... 11

Odrůšovací součástky ..... 12

Odrůšení ..... 12

Transformátory ..... 12

Transformátory

zesilovače ..... 14

Připojné místa ..... 15

Síťový přívod ..... 16

Konstrukční požadavky ..... 18

Mechanické provedení ..... 18

Zkoušky přístroje ..... 19

Příloha A (přehled pracovních

a zkušebních napětí vybraných součástek) ..... 25

Příloha B (příklady

funkčních spínačů) ..... 27

Příloha C (výpočet

chladiče) ..... 28

Příloha D (měření oteplení

transformátoru) ..... 29

Příloha E (upevnění

pohyblivého přívodu) ..... 30

Příloha F (přehled

literatury) ..... 30

Mikropočítačový systém

JPR-1Z (dokončení) ..... 31

### AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, 133 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. Jan Klabal, Redakční radu řídí ing. J. T. Hyán. Redaktor L. Kalousek, OK1FAC. Redakce Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7, šéfredaktor linka 354, redaktor linka 353, sekretářka linka 355. Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, pololetní předplatné 15 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, ústřední expedice a dovoz tisku, závod 01, Kaťkova 9, 160 00 Praha 6. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 160 05 Praha 6, Vlastina ulice č. 889/23. Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor. Návštěvy v redakci a telefonické dotazy po 14. hodině. Číslo indexu 46 044.

Toto číslo má vyjít podle plánu 4. 2. 1986  
© Vydavatelství NAŠE VOJSKO.

nedávno jsme zakončili další etapu našeho ekonomickosociálního vývoje úspěšným splněním 7. pětiletého plánu. Na základě rozboru výsledků hospodaření bylo konstatováno, že základní linie hospodářské a sociální politiky přijatá XVI. sjezdem KSČ byla v zásadě naplněna. Životní úroveň byla udržena a zkvalitněna a sociální jistoty obyvatelstva byly dále upevněny v souladu s tvorbou zdrojů ve výrobě, v závislosti na vyšší efektivnosti a hospodárnosti. Dosažené výsledky však nesmí nikoho uspokojovat, neboť ne vždy a ne všude bylo dynamiky růstu společenské výroby dosaženo při odpovídajícím zlepšení parametrů efektivnosti, uplatňováním vědy a techniky ve výrobě, popř. v předvýrobě, při současném zvyšování kvality výrobků a jejich technické úrovně, které v mnoha případech zaostává za potřebami i možnostmi národního hospodářství. Všichni dobře víme, že vědeckotechnický rozvoj, který je rozhodujícím činitelem intenzifikace, se zatím prosazuje proti konzervativnosti v myšlení i činech často velmi těžce a nekomplexně. Proto je stále naléhavějším požadavkem výrazné snižování materiálové náročnosti tvorby národního důchodu, snižování spotřeby všech druhů energie, taková jakost výrobků, aby mohly být uplatněny na zahraničních trzích atd.

Další hospodářský a sociální rozvoj ČSSR v tomto roce a budoucí pětiletka vycházejí především z procesu intenzifikace, jehož realizace je věcí nás všech na všech stupních reprodukčního procesu, musíme se naučit nově myslet, aby přechod od kvantitativního výkaznictví ke kvalitativním ukazatelům byl co nejrychlejší a co neúspěšnější. Naučit se nově myslet znamená rozvíjet iniciativu a tvořivost každého pracovníka, zvyšovat organizovanost a disciplínu, pořádek a odpovědnost.

Velkou podporu při realizaci těchto úkolů znamená promyšlené používání výpočetní techniky, počítačů a elektroniky vůbec. Pokud jde o slovo „promyšlené“ — ze všech stran jsou slyšet stesky na přebujelé papírování, které je právě charakteristické pro zastaralou úroveň řízení a starý způsob kontroly. Promyšlené používání výpočetní techniky by právě v tomto směru mohlo odbourat značné množství zbytečného výkaznictví, mohlo by poskytnout řídícím pracovníkům operativně údaje potřebné k řízení a mohlo by i zjednodušit kontrolu. K tomu je však nutné jedno — musí se rozšířit počet těch, kteří umí programovat, těch, kteří dokážou co nejefektivněji využívat moderní techniky. V současné době je anachronismem, chlubit se někdo, že u nich v závodě pracují ještě stroje staré 20 (popř. 25 nebo i více) let. Na jedné straně takový podnik sice ušetří za nákup nových strojů, na druhé straně jsou však staré stroje limitujícím činitelem při zavádění nových moderních technologií a také jejich energetická bilance odpovídá době jejich vzniku.

A opět se vracíme k lidem, k jejich iniciativě, zkušenostem a znalostem. Dokážeme je vždy vhodně využít? To, že tento problém je středem zájmu, je zřejmé i z akce pražské městské organizace KSČ, dnes všeobecně známé pod názvem „Pražská výzva“, která zcela novým způsobem rozvíjí závazkové hnutí na počest

XVII. sjezdu KSČ (podrobněji o této akci bylo pojednáno v článku v AR A1/86). Proto se také klade takový důraz na zlepšovatecké a vynálezecké hnutí, na vzájemné a co nejrychlejší předávání poznatků a zkušeností z používání moderních technologií a moderních způsobů práce. Proto se také zvyšuje úloha a úkoly ČSVTS, proto se klade takový důraz na výchovnou činnost SSM, Svazarmu a ostatních organizací Národní fronty, proto se i naše redakce snaží zprostředkovávat přenos všech potřebných informací o nových směrech v technice a vědě, proto informuje o nových součástkách, o nových výrobcích a často i o nových technologiích.

Těmito hledisky se řídíme i při plánování jednotlivých čísel Amatérského radia řady B. Přitom nezapomínáme, že vědeckotechnická propaganda má své zákonitosti, které je třeba splnit, aby měla u čtenářů takový ohlas a takovou odezvu, jakou bychom si přáli. Na základě dlouhodobého plánu a všech uvedených skutečností jsme proto navrhli pro letošní rok tato témata pro jednotlivá čísla AR řady B: Bezpečnostní hlediska při konstrukci elektronických zařízení, Mezi anténou a televizním přijímačem (kromě jiného budou probírány otázky slučování a rozbočování signálů, impedančního přizpůsobení atd.), Integrované obvody ze země RVHP, Aplikovaná elektronika (zajímavé, moderní a užitečné obvody ze zahraniční literatury spolu s konstrukcí např. přesného měřiče kapacit), Minipřijímač KIT (věnováno moderním směrem při konstrukci rozhlasových přijímačů). Dále plánujeme věnovat jedno číslo otázkám programování. Pořadí jednotlivých titulů bude záviset na tom, jak se jednotlivým autorům podaří splnit plánované termíny odevzdávání rukopisů. Věříme však, že všichni splní své závazky, a že všechny rukopisy budou vytvořeny — což v minulosti nebylo vždy samozřejmé. Na obálkách jednotlivých čísel vás pak podle možnosti budeme seznamovat fotografickými reportážemi s novými výrobky z tuzemska i ze zahraničí, tak jak budou vystavovány na výstavách i na výstavních příležitostech tiskových konferencí.

Na závěr pak jednu prosbu: nepište do redakce a nevolejte telefonem, sháníte-li jednotlivá čísla ročníku. Redakce má pro svoji vlastní potřebu několik málo čísel a nemůže proto vyhovět prosbám o zaslání toho či onoho čísla. Kdo chce mít všechna čísla bez komplikací, musí si časopis objednat u PNS, pokud mu PNS objednávku nepotvrdí, musí vyjít jednotlivých čísel hlídat a včas si je zakoupit v prodejnách PNS. Proto ještě termíny, v nichž by měla jednotlivá čísla podle plánu vyjít:

číslo 2 — 1. až 2. dubna,  
číslo 3 — 9. až 10. června,  
číslo 4 — 4. až 5. srpna,  
číslo 5 — 29. až 30. září a  
číslo 6 — 24. až 25. listopadu.

—ou—

# BEZPEČNOSTNÍ HLEDISKA PŘI KONSTRUKCI AMATÉRSKÝCH ZAŘÍZENÍ

Ing. Milan Janata

**Už Vás to někdy „koplo“? Možná řeknete, že ano, že to v radioamatérské praxi není nic mimořádného. To jistě ne, ale možná, že někteří už odpovědět nemohou. Co tedy dělat, aby takových případů bylo co nejméně? Na to se pokusíme dát odpověď následujícími řádky.**

Úrazům elektrickým proudem s následky nepříjemnými a někdy i tragickými musíme předcházet. V každé průmyslově vyspělé zemi platí předpisy, jejichž úkolem je působit na výrobce tak, aby vyráběné přístroje a zařízení nemohly ohrozit zdraví či životy obsluhujících. Tyto předpisy je vhodné aplikovat i pro radioamatérské konstrukce, neboť v sobě soustřeďují jak mnohaleté zkušenosti četných odborníků, tak i nejnovější poznatky ze zkoušen a laboratorů. Řadový radioamatér pochopitelně nemůže ve své většinou skromné dílně realizovat všechny zkoušky (a měření) předepisované normami pro profesionální výrobce. Vybereme si proto některé zkoušky a konstrukční požadavky, které jsou důležité a přitom nenáročné na vybavení dílny a s ostatními se seznámíme tak, abychom si dovedli představit, co by náš přístroj měl všechno splňovat, aby byl pro obsluhujícího bezpečný.

Nebezpečí v sobě neskrývá jen elektrická. Úraz nebo poškození zdraví může být způsobeno též nadměrnými teplotami, ionizačním zářením, implozí obrazovky, ohněm, mechanickou nestabilitou zařízení či jeho pohyblivými částmi. V dalším pojednání si všimneme v první řadě způsobů, jak navrhnout správně přístroj z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem a dále před zvýšenou teplotou a před nevhodným mechanickým uspořádáním.

Studium textů norem je věc velice nezajímavá a rozhodně nelze předpokládat, že by patřilo mezi záliby našich radioamatérů. Proto nehodláme v této publikaci uvádět rozsáhlé citace částí nebo celých norem, ale pokusíme se na konkrétním příkladu a s praktickými poznámkami a připomínkami ukázat způsob využití informací, které normy poskytují. Pokud budou v textu některá ustanovení norem citována, bude to proto, že texty norem dávají většinou jednoznačné vysvětlení tou nejstručnější formou.

Rovněž nebudou probírány v plné šířce všechny normy, které se bezpečnostní problematikou zabývají. To by daleko přesáhlo prostorové možnosti tohoto čísla a hlavně by to zmenšilo jeho přehlednost a praktičnost. Zaměříme se tedy především na ty části a druhy norem, které jsou potřebné a využitelné při stavbě amatérských přístrojů a zařízení. Výkladová část bude doplněna přehledy vybraných součástek s jejich parametry a praktickými radami a zkušenostmi s konstrukcí zařízení podle uváděných norem. Stručná zmínka bude též o těch částech norem, které jsou zajímavé tím, že dávají přehled o povinnostech profesionálních výrobců nebo dokreslují celkový pohled na problematiku konstrukce přístrojů

z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem a ostatními vlivy.

## Příklad – zadání

*Aby naše cesta bludištěm předpisů a zkoušek předepsaných bezpečnostními normami byla snazší, vezměme si za průvodce praktický příklad, na němž se pokusíme předvést, jakým způsobem se uváděná doporučení a předpisy aplikují na skutečnou konstrukční práci. Dostatečně ilustrativní může být návrh a konstrukce nízkofrekvenčního výkonového zesilovače a zvláště jeho síťové části, protože je to oblast blízká i začínajícím amatérům. Zkušenosti si již pak snadno přizpůsobí uváděná doporučení na své, třeba mnohem náročnější zařízení.*

*V daném případě nás nebudou zajímat nízkofrekvenční signálové parametry ani řešení zesilovacích obvodů, neboť požadavky na ně kladené se řídí jinými předpisy a normami. Pro náš příklad předpokládáme, že zesilovač bude napájen z jednofázové sítě 220 V/50 Hz, k síti bude připojen dvou vodičovou síťovou sňurou, výstupní výkon bude asi  $2 \times 15$  W při zátěži  $4 \Omega$ . Přístroj bude vestavěn do celokovové skříně, z níž vystupují některé z ovládacích prvků. Chladič výkonového stupně bude vystupovat ze zadní stěny a bude nekrytý. Vstupy zesilovače budou čtyři (tuner, gramofon, magnetofon, univerzál), výstupy budou tři ( $2 \times$  vnější reproduktory, sluchátka). Provozní zapínání a vypínání přístroje bude elektronické s funkcí „připraveno“ (stand-by). Zesilovač bude provozován v prostředí obvyklém suchém při pokojových teplotách (v domácnosti) bez ochrany proti vniknutí vody. K zapínání všech funkcí budou použity membránové spínače.*

*Stejně jako tato úvodní část, týkající se praktické konstrukce, jsou vytištěny kurzívou i ostatní části příkladu konstrukce.*

## Všeobecné informace

### Vysvětlení důležitých pojmů

Pro řadového technika a tím spíše pro radioamatéra je normalizace oborem dosti vzdáleným. Vyznačuje se velkou vyjadřovací přesností a často speciálním slovníkem, a to někdy i na úkor jazykové pестrosti a krásy. Abychom si na dalších řádcích rozuměli, uvedeme nejprve přehled hlavních pojmů, které budou v dalším textu používány, a jejich definice.

**Živá část** je část zařízení určená k vedení proudu, nebo je s takovou částí vodivě spojena. Dotkneme-li se živé části, může dojít k úrazu elektrickým proudem. Živé části jsou všechny vodiče vedoucí síťové

napětí, kontakty a svorky síťových spínačů, pojistkových objímek a přívodů, pájecí špičky primárního vinutí síťového transformátoru atd. V některých případech však mohou být živé i některé obvody samotného přístroje, jako např. vysokonapětové obvody televizorů, osciloskopů, obrazovkových displejů, ale i výstupní obvody výkonových nízkofrekvenčních zesilovačů buď většího výkonu, nebo s lineárním výstupem 100 V.

**Přístupná část** je vodivá část zařízení, které se můžeme při běžném provozu dotknout a která v sobě neskrývá nebezpečí úrazu elektrickým proudem, protože na ní není nebezpečné napětí a je od částí živých oddělena izolací. Při poruše nebo vodivém překlenutí této izolace se však na těchto částech může nebezpečné napětí objevit. Bývají to obvykle elektronické obvody oddělené od sítě oddělovacími transformátory, kovové kostry a kryty nebo části krytů přístrojů, kovové páčky, knoflíky nebo hřídele ovládacích prvků atd.

**Základní izolace** je izolace mezi částmi s různým pracovním napětím nutná pro správnou činnost obvodu. Tato izolace rovněž zajišťuje základní stupeň ochrany před úrazem elektrickým proudem.

**Přidavná izolace** je samostatná izolace, která se přidává k základní izolaci pro zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem při poruše základní izolace.

**Dvojitá izolace** je izolační soustava obsahující základní a přidavnou izolaci.

**Zesílená izolace** je zlepšený druh izolace mající takové elektrické a mechanické vlastnosti, že zaručuje stejný stupeň ochrany jako dvojitá izolace.

**Přístroj třídy 0** je přístroj, který není přizpůsoben pro připojení k ochrannému vodiči sítě a má kryt buď celý z izolantu, nebo kovový, oddělený základní izolací od živých částí. V případě porušení základní izolace zajišťuje ochranu před úrazem elektrickým proudem pouze okolí. Takový přístroj může být použit pouze pro pevnou montáž a musí být pevně připojen k síti. V ČSSR se nedoporučuje při návrhu zařízení tuto třídu používat a nedoporučujeme ji ani pro radioamatérské konstrukce přístrojů.

**Přístroj třídy I** je přístroj, u něhož je pro ochranu před úrazem elektrickým proudem použito kromě základní izolace ještě propojení všech přístupných částí s ochranným zemnicím vodičem. Toto propojení může být uskutečněno buď prostřednictvím ochranné svorky, nebo, u pohyblivého přívodu, prostřednictvím ochranného kontaktu vidlice (dutíčky) a síťové zásuvky (kolíku). To znamená, že zařízení musí být připojeno k síti třemi vodiči – fázovým, nulovým a ochranným. Přístroj třídy I může obsahovat části konstruované v bezpečnostní třídě II a je-li vybaven zásuvkami pro připojení dalších přístrojů, mohou k němu být připojeny přístroje jak třídy I, tak třídy II.

**Přístroj třídy II** je přístroj, u něhož je pro ochranu před úrazem elektrickým proudem použita jak základní, tak i přidavná izolace (dvojitá izolace) nebo zesílená izolace. Přístroj není opatřen zařízením pro připojení ochranného vodiče. K síti tedy může být připojen dvěma vodiči – fázovým a nulovým. Je-li přístroj třídy II vybaven zásuvkami pro připojení dalších přístrojů, musí být vyloučena možnost připojení přístrojů třídy I.

**Přístroj třídy III** je přístroj určený k připojení ke zdroji bezpečného malého napětí a neobsahuje žádné vnitřní ani vnější obvody, nesoucí napětí větší než je bezpečné malé napětí. Do této skupiny patří zvláštní zařízení, která se používají v provezech, v nichž jsou speciální napájecí

Tab. 1. Charakteristiky prostředí a bezpečné malé napětí

Prostory	Prostředí	Charakteristika	Příklad	Bezpečné napětí [V]	
				střídavé	stejnouměrné <sup>1)</sup>
bezpečné	obyčejné	teplota -10 až +35 °C, rel. vlhkost do 80 %	obyt. místnosti, kanceláře	50	100
	prašné	s nehořlavým prachem	dílny, půdy		
	studené	pod -10 °C	nevytápěné dílny		
	s nebezpečím požáru či výbuchu	s hořlavým prachem, hořlavými plyny, parami, kapalinami	lakovny		
nebezpečné	horké	teplota nad +35 °C	horké provozy	24	60
	s otřesy	chvění, rázy	automobily, na strojích		
	vlhké	rel. vlhkost vzduchu nad 80 %	kryté venkovní, prádelny, sklepy		
	se zvětšenou korozní agresivitou	v blízkosti látek způsobujících korozi	galvanizovny, chemické laboratoře		
	vodivé	s vodivým okolím nebo vodivým prachem	úpravy uhlí, velké stroje		
zvlášť nebezpečné	mokrý	stříkající nebo stékající voda	nekryté venkovní, autoumyvárný	12	24
	s extrémní korozní agresivitou	v těsném kontaktu s korozně aktivními látkami	chemické provozy, zařízení v chem. laboratořích, galvanizovnách		
	stísněné vodivé	uvnitř vodivých nádob a bazénů, v nichž pracují lidé	svaření kottů, nádrží, opravy bazénů		

<sup>1)</sup> Vzhledem může být do 10 % uvedené velikosti ss napětí

rozvody s bezpečným malým napětím. Tyto přístroje nemají zařízení pro připojení k ochrannému vodiči sítě, neuzemňují se, mají pouze základní izolaci, ale musejí být opatřeny speciální vidlicí, aby je nebylo možno připojit do běžné síťové zásuvky. Do této třídy lze též zahrnout přístroje bateriové a přístroje automobilové, nevzniká-li v nich napětí větší než je malé napětí.

**Bezpečné malé napětí** je napětí živých částí, které nepřekročí hranice dané v tab. 1.

**Povrchová cesta** je nejkratší vzdálenost mezi vodivými částmi, měřená po povrchu izolačního materiálu mezi nimi. Jsou-li v tomto izolačním materiálu mezeřky nebo drážky užší než 1 mm, pak se neberou při měření v úvahu. Jsou-li na izolačním materiálu vytvořeny přepážky nebo jsou-li vsazené přepážky dokonale zatmeleny, měří se vzdálenost po povrchu přepážky. Jsou-li vsazené přepážky nezatmelené, měří se vzdálenost buď po povrchu drážky, je-li mělčí než výška přepážky, anebo po povrchu přepážky, je-li hloubka drážky větší než výška přepážky, a to bez ohledu na tloušťku přepážky či drážky. Způsob určování je na obr. 1.

**Vzdušná vzdálenost** je nejkratší vzdálenost mezi vodivými částmi elektricky navzájem oddělenými. Způsob určování je na obr. 1.

**Krytí elektrického předmětu** je souhrn opatření, která chrání osoby před dotykem živých nebo pohybujících se částí přístroje a zařízení a před vniknutím cizích předmětů a vody do elektrických přístrojů a zařízení.

**Ochranná svorka** je svorka přístroje I. třídy, určená pro spojení s ochranným vodičem sítě. S touto svorkou musí být spojeny všechny přístupné části přístroje, u něhož je třeba zajistit ochranu před nebezpečím úrazu elektrickým proudem.

Vždy musí být umístěna v blízkosti přívodních svorek, nebo jako kontakt musí být součástí síťové přívodky či vidlice přívodní šňůry u neoddělitelného přívodu.

Ochrannou svorku nelze zaměňovat s funkční zemnicí svorkou, která uzemňuje přístroj nebo některé jeho části z důvodů funkčních a nikoli bezpečnostních.

**Vnější přípojně místo** je součástí přístroje, jejímž prostřednictvím lze spojit přístroj s vnějšími vodiči nebo jinými přístroji. Tato součást (např. konektory, přívodky apod.) může obsahovat i několik kontaktů.

**Přístroj s proměnlivou spotřebou** je přístroj, u něhož se mění spotřeba o více než 15 % vlivem změn signálu nebo zatěžovací impedance (např. výkonový nf zesilovač).

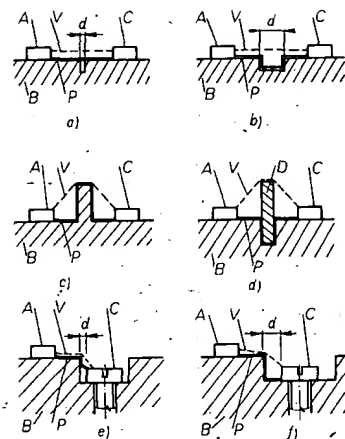
**Jmenovitý výstupní výkon** přístroje s proměnlivou spotřebou je výkon sinusového signálu na jmenovité impedanci zátěže, který je s odpovídajícím zesílením signálu udáván výrobcem. Tento výkon nemohou dodávat přístroje s proměnlivou spotřebou trvale, ale pouze krátkodobě (obvykle se rychle zvětšuje teplota výkonových prvků).

**Trvalý výstupní výkon** přístroje s proměnlivou spotřebou je výkon sinusového signálu, který udává výrobce pro určité pásmo kmitočtů. Tento výkon může být z přístroje odebírán do jmenovité zátěže trvale, aniž by kterákoli část přístroje byla tepelně přetížena.

**Napájecí zdroj** je obvod nebo přístroj, který odebírá elektrickou energii z rozvodné sítě a napájí jeden nebo několik přístrojů.

**Síťový napáječ** je zvláštní zdrojová jednotka napájená z rozvodné sítě, kterou je možno použít k napájení bateriových přístrojů místo baterií.

Rada dalších pojmů, které bývají v normách definovány, je dostatečně srozumitelná, a proto je v tomto výčtu neuvádím.



Obr. 1. Určování povrchových cest a vzdušných vzdáleností; a) drážka d je užší než 0,5 mm pro bytové a měřicí přístroje a užší než 1 mm pro přístroje dílenské a provozní, b) drážka d je širší než 0,5 mm pro bytové a měřicí přístroje a širší než 1 mm pro přístroje dílenské a provozní, c) přepážka je součástí základního izolantu nebo vsazená s dokonale zalitou spárou, d) přepážka je vsazená bez zalepení nebo není-li spára zalita dokonale, e) vzdálenost d je menší než 0,5 mm pro přístroje bytové a měřicí a menší než 1 mm pro dílenské a provozní přístroje, f) vzdálenost d je větší než 0,5 mm pro přístroje bytové a měřicí a větší než 1 mm pro přístroje dílenské a provozní. A – přístupná část, B – základní izolační materiál, C – živá část, D – vložený izolační materiál, P – povrchová cesta, V – vzdušná vzdálenost

telná, a proto je v tomto výčtu neuvádím.

## Rozdělení pracovního prostředí

Pro návrh přístrojů je velmi důležité již předem vědět, pro jaké prostředí je ten či onen přístroj určen. Podle velikosti nebezpečí úrazu elektrickým proudem to jsou prostory bezpečné, nebezpečné a zvláště nebezpečné. Bezpečné prostory se vyznačují prostředím obyčejným suchým, studeným, bez přítomnosti vodivého a hořlavého prachu. Prostory nebezpečné jsou prostory vlhké, horké, venkovní, s vodivým okolím, s vodivým prachem atd. Zvláště nebezpečné prostory jsou prostory s prostředím mokřím a takovým, kde jsou velice nepříznivé pracovní podmínky, jako např. ve vodě, ve vodivých stísněných prostorách apod. (viz tab. 1).

Z hlediska klimatického se při posuzování bezpečnosti přístrojů uvažují podmínky tzv. normální, které odpovídají klimatu v naší republice a prakticky v celé Evropě, podmínky tropické, odpovídající tropické oblasti Afriky, Ameriky a Asie a podmínky tzv. studené, odpovídající oblastem v blízkosti severního a jižního polárního kruhu. Pro úplnost lze ještě doplnit, že tropické klima se dělí dále na suché a vlhké.

Přístroje lze též rozdělit do čtyř skupin podle pracovního místa, pro které jsou určeny. Skupina A je určena do prostředí suchého (do 80 % relativní vlhkosti) a čistého (s nepatrnou prašností). Jsou to např. elektronické měřicí přístroje, nepřenosné radioelektronické přístroje apod. Ve skupině B jsou zahrnuty přístroje

Tab. 2. Přehled nápisů a značek užívaných na přístrojích

Nápis	Povinné	Doporučené	Označení výrobce nebo jeho registrovaná obchodní značka Název výrobku nebo typové číslo Druh napájení, jmenovité napětí a kmitočet Výstražné nápisy	
Značky	1		Přístroj II. bezpečnostní třídy (s dvojitou izolací)	5)
	2		Vnější přípojně místo s nebezpečným napětím	
	3		Označení ochranné svorky přístroje I. třídy	
	4		Označení přístroje navrženého na ss i st proud	
	5		Označení přístroje navrženého na střídavý proud	7)
	6		Označení přístroje navrženého na stejnosměrný proud	
	7		Označení prostoru s nebezpečným vysokým napětím	6)
	8		Označení součástky v dokumentaci, která musí být při opravě typově zachována	

Poznámky k tab. 2

- Platí pro profesionální výrobce.
- Výstražné nápisy (jako např.: Pozor! V přístroji je vysoké napětí. Před sejmutím krytu vyjmout vidlici ze síťové zásuvky) se umísťují na odnímatelnou zadní stěnu přístroje nebo na jiné kryty, pod nimiž se nalézá nebezpečné napětí a které se snímají např. při opravách.
- U přístroje s proměnlivou spotřebou se měří příkon při jmenovitém výkonu vyvolaném standardním zkušebním signálem na jmenovité zatěžovací impedanci.
- Uvedou se dva ze tří údajů.
- Značka má být červená a její šipka směřuje k vnějšímu přípojněmu místu nebo ke svorce, na níž je nebezpečné napětí.
- Značka musí být červená a umísťuje se na kryt, pod nímž se vyskytuje nebezpečné vysoké napětí. Doporučuje se doplnit značku vhodným výstražným nápisem.
- Pro vyšší kmitočty než průmyslové lze tuto značku doplnit údajem kmitočtu. Je-li třeba označit více různých kmitočtů, lze použít značku z dvou až tří vlnek s příslušnými údaji kmitočtů.

a zařízení, určená k provozu v mírně znečištěných prostorách s větší vlhkostí s malými výkyvy teploty. Bývají to přístroje pro laboratoře (zvláště chemické), dílny a čisté provozy v průmyslu. Do skupiny C spadají přístroje pro průmyslové provozy a zemědělství, tzn. pro prostředí s větším znečištěním, velkou vlhkostí a velkými změnami teploty, ale také přístroje přenosné, automobilové a přístroje určené pro přechodnou činnost v terénu.

Přístroje zařazené do skupiny D jsou určeny do náročných provozů s velkou prašností, s vodivým prachem, s možností orosení při velké vlhkosti a s velkými rozdíly teplot. Jsou to přístroje určené k trvalému provozu venku, na střeších, na vnějším povrchu různých dopravních prostředků, v dolech, hutích apod.

V dalším výkladu se zaměřím na požadavky kladené na konstrukci radioamatérských zařízení, to znamená, že budeme předpokládat normální (středoevropské) klimatické podmínky, prostory bezpečné (s poznámkami pro prostory nebezpečné, tj. venkovní prostory, v terénu apod.) a pracovní prostředí skupin přístrojů A a B, příp. C. Hlavní rozsah informací se bude týkat přístrojů pro radioamatérské pracovní, dílny či laboratoře a pro domácnosti.

## Nápisy a značky na přístrojích

Každý profesionální výrobce je povinen uvádět na svých výrobcích určité údaje,

popisy, značky nebo symboly. Některé z nich lze doporučit i pro označování amatérských výrobků. Není to samostatné, spíše praktické. Rozhodně je snadnější prohlédnout si symboly s nápisy na přístroji, ke kterému se vracíme po delší době, než pracně hledat jeho dokumentaci (pokud jsme si ji vůbec založili) a teprve z ní zjišťovat, čeho je přístroj schopen a čeho ne.

Nápisy, údaje a značky, které jsou pro profesionální výrobce povinné a doporučené, jsou v tab. 2. Některé další jsou uvedeny ještě v dalším textu.

Uvedené nápisy, údaje a symboly nejsou samozřejmě pro amatérské výrobky povinné, na druhé straně jsou však vždy určitou dobrou vizitkou konstruktéra a výrobce (obvykle v jedné osobě). Proto by i tyto výrobky měly mít na svém panelu obdobu typového označení a třeba na zadní stěně jméno autora, případně číslo výrobku nebo datum zhotovení. O významu technických údajů není třeba diskutovat, ty by neměly chybět nikdy. Za všechny uvedené údaje nebo symboly však autor zařízení svým způsobem odpovídá a nepůsobil právě dobrým dojmem, když je na přístroji inzerován výstupní výkon zesilovače  $2 \times 50 \text{ W}$  při impedanci  $4 \Omega$  a přitom lze naměřit stěží  $2 \times 15 \text{ W}$ . Dvojnásob to platí o značce č. 1 z tab. 2, která znamená, že přístroj je konstruován ve II. bezpečnostní třídě. Aby mohl být tento symbol na přístroji uveden, znamená to dodržovat jednak celou řadu konstrukčních zásad a jednak provést některé náročné ověřovací zkoušky. Uvádět proto tento symbol na amatérských výrobcích by bylo dosti odvážné.

## Normální zkušební podmínky a zkušební poruchy

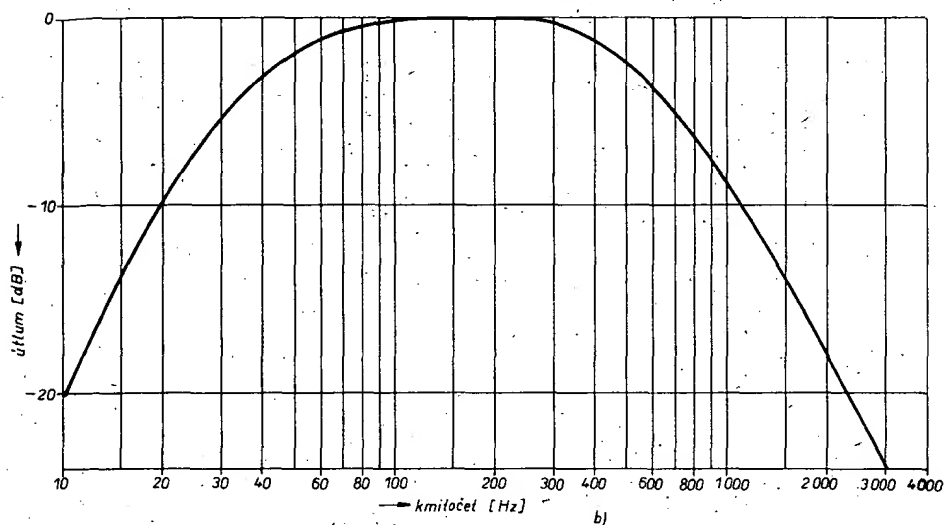
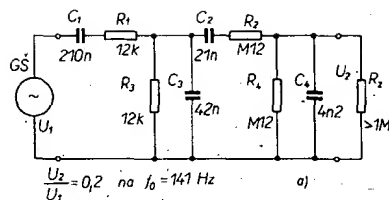
Pro ověření vlastností zhotoveného zařízení je nutné realizovat celou řadu zkoušek a měření. Největšímu tomu je při zkoušení přístroje z hlediska bezpečného provozu. V takovém případě se dělají dva druhy zkoušek. Jsou to zkoušky při normálních zkušebních podmínkách, kdy se na přístroji nedělají žádné speciální úpravy a řada těchto zkoušek je též realizovatelná amatérskými prostředky. Dále to jsou zkoušky při tzv. zkušebních poruchách. To znamená, že se na přístroji udělají před zkoušením úpravy představující možné poruchy, jež připadají v úvahu při provozu přístroje, a které mají bezprostřední souvislost s ohrožením bezpečnosti obsluhujícího.

Normální zkušební podmínky nahrazují stav při běžném provozu přístroje, v jeho normální poloze bez omezení potřebného větrání, pracujícího v prostředí s teplotou od  $15$  do  $35^\circ \text{C}$  s relativní vlhkostí vzduchu  $45$  až  $75\%$  při atmosférickém tlaku  $860$  až  $1060 \text{ hPa}$ . Přístroj je připojen na jmenovité napájecí napětí (i větší nebo menší až o  $10\%$ ). Ovládací prvky mohou být nastaveny do libovolné polohy. U přístrojů s proměnnou spotřebou se nastaví na připojené jmenovité impedanci trvalý výkon, nebo, není-li znám, pak  $1/8$  jmenovitého výstupního výkonu. K vybuzení se použije standardní šumový signál, který lze vytvořit z bílého šumu obvodem podle obr. 2. Při těchto zkouškách může být zkoušený přístroj zapojen do své normální funkce.

Pro zkoušení při zkušebních poruchách se uměle vytvoří takové poruchy, které ve skutečném provozu mohou nastat a které mají za následek porušení ochrany před nebezpečným napětím, nepřípustné zvýšení teploty, případně vznik požáru apod. Znamená to vodivé překlenout všechny kratší povrchové a vzdušné vzdálenosti, než jaké jsou předepsané pro základní izolaci (obr. 3), textilní a lakové izolace, vzduchové, rozboňové a elektrolytické kondenzátory, izolace mezi žhavicím vláknem a katodou u obrazovek, vývody elektronek, obrazovek a polovodičů, přeruší se žhavicí vláknem elektronek, obrazovek, osvětlovacích žárovek, přeruší se nebo překlenou odrušovací rezistory, kondenzátory a cívky (volí se nejnepriznivější případ). Tato opatření se netýkají součástek, u nichž je výrobem zkoušena a zaručována potřebná provozní spolehlivost (např. bezpečnostní odrušovací kondenzátory Y apod.). Dále se při zkušebních poruchách zastaví umělé chvění, povolí se nezajištěné šrouby upevňující kryt nad živými částmi, zablokují se pohonné motory, které mají při zabrzdění menší krouticí moment než při plném zatížení, motory pohánějící další mechanické části, u nichž může dojít k zablokování vinou poruchy nebo neodborné obsluhy a motory, které je nutno roztáčet ručně. U motorů a relé konstruovaných pro krátkodobý provoz se nechá trvalé zatížení. U přístrojů s proměnlivou spotřebou a u napájecích zdrojů se připojí nejnevýhodnější zatěžovací impedance, případně se výstupní svorky spojí nakrátko a nastaví se libovolný výstupní výkon až do jmenovité velikosti na jmenovité zátěži.

Popsané úpravy pro vytvoření zkušebních poruch si asi dovoluji málokterý radioamátér, protože mohou vést k poškození přístroje z funkčního hlediska. Přesto je však vhodné se s těmito zásahy seznámit, protože názorně ilustrují profesionální způsoby zkoušení a navíc dávají jasnou

Obr. 2. Obvod k získání standardního zkušebního signálu; a) schéma filtru ke generátoru bílého šumu (GS), b) kmitočtová charakteristika filtru



představu o kritických místech, na něž je nutné dát zvlášť bedlivý pozor při návrhu vlastního zařízení.

### Právní hlediska

Mnohý z amatérů si při konstrukci vlastního přístroje ani mnohdy neuvědomí, že pokud nedodrží bezpečnostní hledisko, může se dostat do rozporu s trestním zákoníkem, neboť může způsobit škodu nebo újmu na zdraví, případně i smrt osobě druhé. Z občanského zákona vyplývá, že výrobce zařízení plně odpovídá za škodu na majetku způsobenou vadným zařízením (tedy i zařízením nesplňujícím bezpečnostní předpisy), a jeho povinností je uvést zařízení do původního bezpečného stavu, nebo pokud to není možné, musí poskytnout peněžitou náhradu. Rovněž tak výrobce odpovídá za škodu na zdraví a z toho vyplývající povinnosti uhradit náklady na léčení, ztrátu výdělku po dobu pracovní neschopnosti a po skončení pracovní neschopnosti je povinen hradit bolestné, případně nést náklady spojené s pohřbem, náklady na pomník a někdy i náklady na výživu pozůstalých, pokud tito nemají zdroj příjmů. Tak se snadno může stát, že konstruktér zařízení může začít platit alimenty.

Občanský zákoník č. 40/1964 Sbírky zákonů ve znění prováděcích předpisů a úplném znění vyhlášky č. 70/1983 Sbírky zákonů zakotvuje v par. 415. generální prevenci proti škodám.

V daném ustanovení je stanoveno, že:

Každý je povinen počínat si tak, aby nedocházelo ke škodám na zdraví a na majetku ani k neoprávněnému majetkovému prospěchu na úkor společnosti nebo jednotlivce.

Tato všeobecná prevenční povinnost je závaznou právní povinností, jejíž nedodržení je třeba považovat za jednání v rozporu s právem, tedy jednání protiprávní!

Pokud již ke škodě došlo, pak přichází v úvahu par. 420 občanského zákona, který v odstavci 1 praví, že občan je zodpovědný za škody, které byly způsobeny porušením právní povinnosti, jak již o tom bylo hovořeno v úvodu této stati.

Ovšem odpovědností vyplývající z občanského zákona není dotčena odpověd-

nost za spáchaný trestní čin, tedy odpovědnost vyplývající ze zákona trestního č. 140/1961 Sbírky zákonů, který v ustanovení par. 223 a par. 224 (ubližení na zdraví z nedbalosti – za kterou je možné považovat i nedodržení bezpečnostních předpisů) ukládá v závislosti na způsobené újmě a specialitě subjektu tresty nápravného opatření nebo trest zákazu činnosti, nebo i tresty odnětí svobody od šesti měsíců do deseti let. Z daného tedy vyplývá, že je nanejvýš nutné věnovat konstrukci zařízení patřičnou pozornost z hlediska dodržení bezpečnostních předpisů, abychom se nedostali do rozporu se zákonem.

### Návrh zařízení

#### Ochrana před nebezpečným dotykem

Prvořadým hlediskem při návrhu našeho zařízení je zajištění bezpečnosti obsluhy a její ochrany před úrazem elektrickým proudem, pohyblivými se částmi, nadměrnou teplotou, nebezpečnými plyny či požárem. Při zajišťování ochrany před úrazem elektrickým proudem sledujeme v první řadě zásadu, že žádná přístupná část přístroje nesmí být živá a nesmí se jí stát ani při běžném provozu, ani po způsobení libovolné zkušební poruchy. Toho se snažíme dosáhnout vhodnou konstrukcí přístroje, správnou technologií zpracování, volbou výhovujících součástek a materiálů.

Dbáme na to, aby živou nebyla a nemohla se jí stát žádná z částí kovového krytu přístroje. Prostředky k zajištění takového provedení budou dále popsány.

Kromě krytu přístroje nesmějí být živé žádné části ovládacích prvků, s nimiž může přijít do styku osoba. Jsou to hřídele potenciometru, ladících kondenzátorů, prepínačů, páčky spínačů a tlačítek apod. Dále nesmějí být živá přípojná místa pro anténu a uzemnění, pro snímání a reprodukční měniče a pro jejich případné zesilovače, vnější přípojná místa anténních zesilovačů určená k připojení přijímače a vnější přípojná místa síťových usměrňovačů. Výjimku tvoří přípojná místa pro vnější reproduktory, která smějí být živá,

ale nesmějí být vodivě spojena se sítí. Jsou-li však živá, musí být u nich označení č. 2 z tab. 2. Toto označení musí být i u všech ostatních vnějších přípojných míst, jestliže jsou živá. To se týká i vestavěných zásuvek určených pro napájení dalších přístrojů. U nich musí být dále uvedena jejich maximální zatížitelnost a také jejich výstupní napětí, jestliže se může odlišovat od napájecího napětí.

Toto vše platí pro vnější přípojná místa audiovizuálních přístrojů určených do domácnosti. Pro měřicí přístroje nebo pro jiná radioamatérská zařízení je třeba tyto požadavky přizpůsobit. V každém případě však musí být každé připojené místo s nebezpečným napětím označeno symbolem č. 2 z tab. 2, případně vhodným výstražným nápisem. Hřídele a páčky ovládacích prvků nesmějí být ani v těchto případech živé. Je-li např. potenciometr připojen na nebezpečné napětí a vnitřní izolace nebo vzdálenosti nezaručují dostatečnou ochranu, pak musí být hřídel opatřen izolační spojkou zaručující bezpečnou izolaci. Na to je třeba dávat pozor při stavbě přístrojů bez síťového transformátoru (jako jsou např. tyristorové regulátory rychlosti otáčení pro vrtáčky apod.). Způsob zjišťování živých míst je uveden v další kapitole.

Nejvýznamnější vnější činitel, ovlivňující bezpečnost provozu přístrojů, je bezesporu vzdušná vlhkost a voda, která může do přístroje vniknout.

Vzdušná vlhkost je vyvolána odpařením a velmi jemným rozptýlením určitého množství vody v okolním vzduchu. Odpařená voda je naprosto čistá, destilovaná, a ta je, jak známo, elektricky nevodivá. To je však jen teorie. Prakticky se v ovzduší čistá voda nevyskytuje, protože na sebe váže některé chemické látky, jimiž je náš vzduch znečištěn (nejvíce kyslík uhlíčitý, kyslík sířičitý, sirovodík, chlor aj.). Jejich rozpuštěním ve vzdušné vlhkosti, případně po proběhnutí příslušné chemické reakce, vznikají velmi jemné rozptýlené kapalně látky jednak velice agresivní pro většinu kovů i pro některé jiné materiály, jednak látky s dobrou elektrickou vodivostí, což je pro náš případ zvláště nepříznivé. Usazování takového „znečištěné vlhkosti“ může podstatnou měrou zmenšit izolační vlastnosti jinak dobrých izolantů použitých v přístrojích a může i ohrozit bezpečnost obsluhujícího. Jiný mechanismus působení vlhkosti vychází z toho, že zvlhlý povrch izolačního materiálu na sebe zachycuje částechy prachu, které mohou být vlhkostí rozpouštěny nebo vyluhovány, nebo se může jednat přímo o vodivý či polovodivý prach (např. prach z uhlíkových kartáček kolektorových motorů). To má opět za následek zvětšení vodivosti povrchu izolantu se stejnými důsledky jako v předchozím případě.

Abychom se vyhnuli problémům pracuje-li přístroj za těchto podmínek, předepisují normy minimální vzdálenosti mezi obvody s různým napětím, zvláště mezi částmi živými a přístupnými. Velikost vzdušných vzdáleností a povrchových cest lze určit pro dané pracovní napětí z grafu na obr. 3. Způsob určování těchto vzdáleností v závislosti na pracovním napětí bude podrobně popsána v dalším textu.

Kromě vzdušné vlhkosti potřebujeme chránit přístroje ve zvláštních případech i proti přímému působení vody a proti vniknutí cizích předmětů do jejich vnitřku.



Obr. 3. Graf k určení minimální vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty (A – pro základní a doplňkovou izolaci, B – pro zesílenou izolaci, C – pro vzdálenosti na deskách s plošnými spoji, nespojených se sítí)

Obr. 4. Viz 2. stranu obálky

Ochrana před těmito vlivy říkáme krytí přístrojů. Stupeň ochrany krytím se označuje symbolem IP XX, kde XX je dvojčíslí, v němž první číslice označuje stupeň ochrany proti vniknutí cizích předmětů a proti dotyku a druhá číslice stupeň ochrany před vniknutím vody. Charakteristiky jednotlivých stupňů ochrany jsou v tab. 3 a 4.

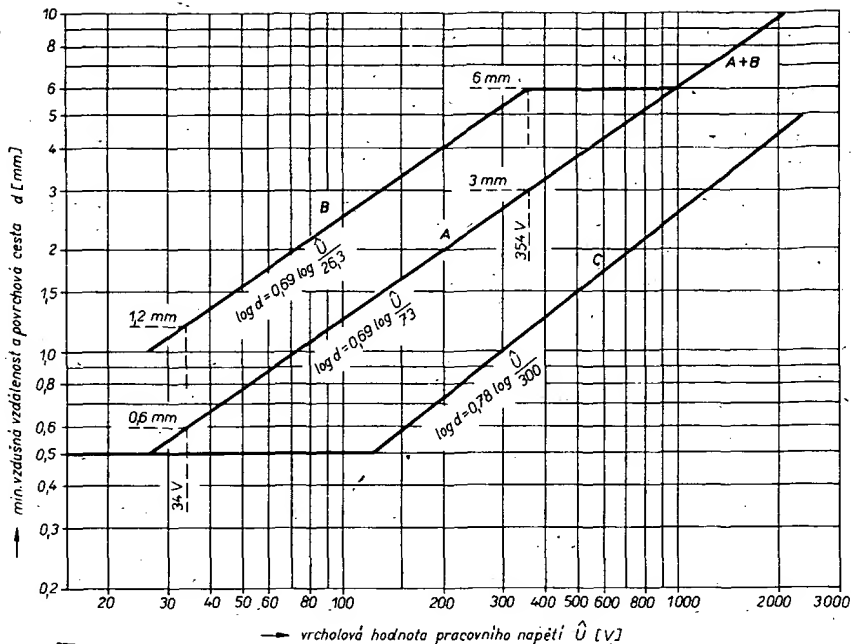
V praxi se však nevyskytují všechny kombinace uvedených stupňů, protože by nedávaly technický smysl (např. přístroj s krytím IP 18 by mohl mít otvory dovolující vniknutí předmětů až do průměru 50 mm, ale přitom by musel být vodotěsný – určený pro trvalé ponoření). Z toho důvodu jsou užívány pouze takové kombinace číslic, jejichž rozdíl je roven nanejvýš 2 (např. IP 21, IP 31, IP 13), dále krytí IP 41 a všechny stupně IP X0.

Pro přístroje spotřební elektroniky určené k provozu v domácnostech je vhodné, aby do otvorů v krytu přístroje nemohl být vsunut zkušební prst, který má průměr 12 mm. To odpovídá krytí IP 20. Větrací otvory se též zkoušejí volně zavěšenou zkušební jehlou o průměru 2 mm a délce 100 mm. V tomto případě by mělo být krytí IP 30 nebo IP 40. Přidáme-li ještě ochranu před svisle kapající vodou, pak pro tyto přístroje vychází krytí IP 20 až 30 a IP 21 až 41. Totéž platí pro měřicí a laboratorní přístroje. Pro dílenské a provozní přístroje (zvláště jsou-li určeny do terénu) můžeme ochranu proti vniknutí vody zlepšit až na stupeň 4.

Zkoušky ochrany proti vniknutí vody a cizích předmětů jsou náročné na vybavení, obvykle však vystačíme s tím, když se budeme při návrhu přístroje řídit charakteristikami uvedených v tab. 3 a 4.

### Provedení skříňe, vnější přípojná místa

Zesilovač bude umístěn do kovové skříňky, která sice nebude vodivě spojena s žádným pólem sítě, ale bude spojena s obvody sekundární strany síťového transformátoru. Celá kovová skříňka představuje přístupnou část. Protože přístroj má mít dvou vodičový síťový přívod, bude konstruován v II. bezpečnostní třídě bez ochranného vodiče. Mezi živými částmi, tzn. všemi vodiči síťových součástek na jedné straně a všemi přístupnými částmi, tzn. skříňí přístroje, elektronickými obvody a všemi přípojnými místy na straně druhé, bude dvojitá nebo zesílená izolace. Mechanické provedení, vedení živých vodičů a celkové uspořádání nejkritičtější části přístroje (přívod sítě, hlavní síťový spínač, startovací obvod a pojistka), je patrné z obr. 4. (2. str. obálky). Přípojná místa pro gramofon, tuner a magnetofon (i univerzální vstup) budou připojena k obvodům za síťovým transformátorem a nebudou tedy živá. Ani přípoj-



Tab. 3. Stupně ochrany před vniknutím cizích předmětů

Označení	Ochrana před vniknutím předmětů	Charakteristika
0X	žádná ochrana	přístroje bez krytu
1X	velkých	chrání před vniknutím cizích předmětů o rozměru 50 mm a větších
2X	malých	chrání před vniknutím cizích předmětů o rozměru 12 mm a větších
3X	drobných	chrání před vniknutím cizích předmětů o rozměru 2,5 mm a větších
4X	velmi drobných	chrání před vniknutím cizích předmětů o rozměru 1 mm a větších
5X	prachu částečně	chrání před škodlivým vniknutím většího množství prachu a tam, kde by prach mohl ohrozit funkci a zhoršit vlastnosti
6X	prachu úplně	chrání úplně před vniknutím prachu

Tab. 4. Stupně ochrany před vniknutím vody

Označení	Ochrana před vniknutím vody	Charakteristika
X0	žádná ochrana	přístroj bez krytu
X1	skapávající	chrání před svisle skapávající vodou
X2	kapající	chrání před kapající vodou i v případě naklonění až o 15°
X3	šikmo dopadající	chrání před šikmo dopadajícími kapkami (deštěm) padajícími pod úhlem do 60° od svislice
X4	stříkající	chrání před vodou stříkající ze všech směrů
X5	tryskající	chrání před vniknutím proudu vody tryskajícího ze všech stran
X6	při zaplavení	chrání před vniknutím vody při zaplavení nebo při vlnobiti (zvláště předměty na palubě lodí)
X7	při ponoření	chrání před vniknutím vody při ponoření na určitou dobu při stanoveném tlaku
X8	při trvalém ponoření	chrání před vniknutím vody při trvalém ponoření při stanoveném tlaku

na místa pro vnější reproduktory nebudou živá, protože výstupní napětí při výkonové špičce může mít vrcholovou hodnotu nejvýše asi 12 V, což je podle tab. 1 bezpečné napětí. Zesilovač nebude vybaven zásuvkami pro připojení dalších přístrojů.

Přístroj bude konstruován v krytí IP 20, to znamená, že musí být zajištěn proti vniknutí těles s rozměrem větším než 12 mm a nemusí být nijak chráněn proti vniknutí vody. Větrací otvory, jimiž bude kryt přístroje opatřen, zvolíme o průměru 4 mm, což bohatě splní požadavek krytí. Žádný otvor však nesmí být nad některou živou částí. Pokud by se jednalo o přístroj, který by měl pracovat i ve venkovním prostředí, musela by se kategorie krytí zvýšit hlavně o ochranu proti vniknutí vody až na IP 23 nebo IP 33.

## Vliv teploty

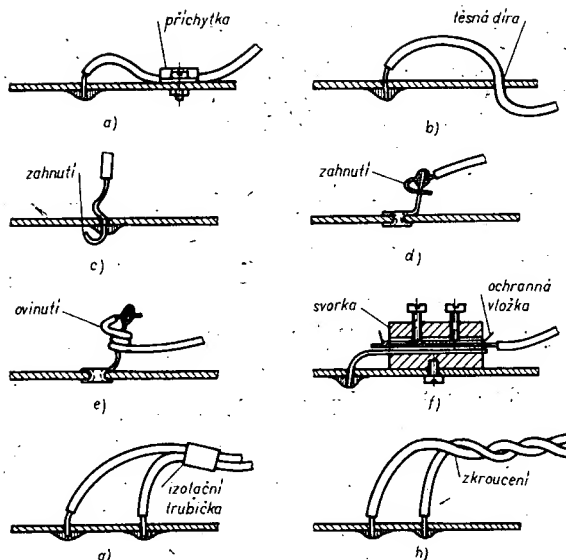
Na bezpečnost přístroje může mít vliv též nadměrná teplota některé kritické části nebo celého přístroje. Zvláštní pozornost musíme věnovat izolantům, které nesou živé části nebo oddělují živé části od částí přístupných. Místní zvýšení teploty může být způsobeno např. nedokonalým dotykem na svorce, pájeném místě či kontaktu, když přes něj protéká větší proud. Z toho důvodu se např. nesmějí síťové příводы pájet běžným způsobem do desek s plošnými spoji, ale je zapotřebí vodiče vhodným způsobem zajistit před uvolněním, když pájené místo ztratí svou pevnost. Některé příklady vhodné upevnění síťových vodičů do desky s plošnými spoji jsou na obr. 5.

Na zvýšení teploty vlivem nedokonalého kontaktu je třeba dávat pozor především při konstrukci součástek určených k vedení proudu, jako jsou síťové spínače, pojistkové držáky, síťové příводы, síťové svorky, voliče napětí apod. Proto se k vlastní konstrukci prvků tohoto typu uchylujeme pouze v krajním případě a snažíme se vystačit se sortimentem profesionálně vyráběných součástek, které mají zaručené vlastnosti. Pokud již však musíme z nějakých důvodů použít atypickou součástku vlastní výroby, doporučujeme vyhnout se při její výrobě termoplastům (PVC, polyamid, novodur aj.) nebo nasáklivým materiálům (dřevo, lepenka, sololit). Vhodné je např. používat bakelit, keramiku, teflon a pro menší proudy i skelné lamináty.

Tepele odolné musí být i skříně a kryty přístrojů, které se nesmějí deformovat ani tehdy, když na ně působí vnější síla. Přístroj musí vydržet bez zmenšení své bezpečnosti čtyřhodinový provoz v prostředí o teplotě 35 až 40 °C (pro přístroje automobilové, do terénu nebo do tropických podmínek v teplotě 45 až 50 °C). Po této zkoušce nesmějí vytékat zalévací kompaundy a izolační materiály nesmějí dovolit přiblížení živých částí k částem přístupným na menší vzdálenost než udávají grafy na obr. 3, ani jejich vzájemný dotyk. To nesmí nastat ani tehdy, když na přístupnou část (kryt) tlačíme zkušebním prstem silou až 50 N anebo za něj táhne zkušebním háčkem (obr. 6) silou až 20 N všude tam, kde to je možné. Zkušebním nástrojem přitom nesmíme působit jako klinek.

Oteplení během provozu musíme sledovat ještě u dalších částí přístroje. Jsou to ty části povrchu, jichž se může obsluhující během provozu dotknout rukou (knoflíky, rukojeti, páčky, přístupné části krytu). U těchto částí nesmí být dosaženo takové teploty, která by hrozila popálením pokožky. Dále je třeba sledovat oteplení takových dílů, u nichž by se vlivem zvýše-

Obr. 5. Příklady zajištění vodičů před uvolněním z pájeného spoje



né teploty mohly zhoršit izolační vlastnosti. To jsou hlavně síťové transformátory, izolační povlaky a přepážky, izolace pohyblivých přívodů a síťových vodičů uvnitř přístroje. Přehled přípustného zvýšení teploty různých částí přístroje podle ČSN 36 7000 je v tab. 5.

Oteplení uvedená v tab. 5 vycházejí z předpokládané maximální teploty okolí 35 °C pro normální klima a 45 °C pro tropické klima. Oteplení se však měří při běžné pokojové teplotě. To znamená, že např. teplota kovového knoflíku nebo rukojeti nesmí přestoupit 55 °C, pracuje-li přístroj v normálních klimatických podmínkách při teplotě okolí 25 °C.

Kritickým místem z hlediska maximální přípustné teploty budou zřejmě chladiče výkonových prvků, které jsou umístěny na povrchu přístroje. U nich je přípustná teplota 65 °C (při teplotě okolí 25 °C v našich podmínkách) a obvykle na ně nelze vztáhnout výjimku z poznámky 1). Proto je nutné dimenzovat chladiče tak, aby při běžném provozu nebylo dovoleno oteplení překročeno. Pro nízkofrekvenční zesilovače malých a středních výkonů určených do domácností to většinou nebývá problém, protože průměrný rozptýlený výkon bývá menší než 10 W (pokud ovšem výkonový stupeň nepracuje ve třídě A). Horší situace je u zesilovačů s výkony přes 100 W (např. pro hudební soubory) nebo u výkonových napájecích zdrojů, nabíječků akumulátorů apod. Pro tyto případy je vhodnější umístit chladič

dovnitř přístroje a kryt opatřit větracími otvory, popř. chladič chránit vhodnou drátěnou mřížkou, zabráňující případnému dotyku.

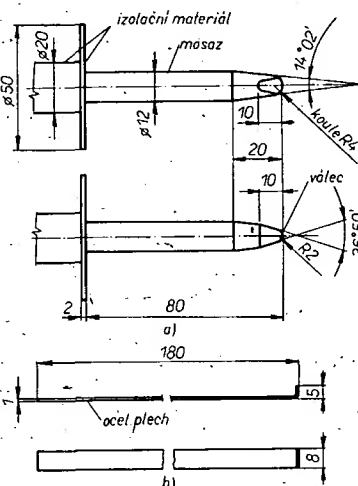
Postup návrhu chladiče respektující přípustné oteplení proti teplotě okolí je uveden v příloze C.

Oteplení vinutí transformátorů je veličina závislá na mnoha činitelích, které obvykle není možno předem odhadnout. Proto lze oteplení vinutí pouze kontrolovat až po zhotovení celého transformátoru. Metoda měření oteplení vinutí transformátoru je uvedena v příloze D. Takto zjištěnému oteplení musí vyhovovat jak izolace použitých vodičů, tak materiál, z něhož je zhotovena kostra cívky.

## Tepelně namáhané díly

V zesilovači z našeho příkladu je několik míst, v nichž při provozu nebo i v době klidu vzniká teplo. V době klidu to je především rezistor síťového transformátoru, který zmenšuje primární a tím i sekundární napětí na jednu třetinu. Tento rezistor rozptýluje výkon asi 1,3 W a má proto dosti vysokou teplotu. Z toho důvodu musíme zajistit jeho vývody před uvolněním, pokud by se zhoršila pevnost pájeného spoje. V daném případě je nejvhodnější způsob uvedený na obr. 5c. Vývody rezistoru vytváříme před vsazením součástky do desky s plošnými spoji tak, aby rezistor bylo možno zasunout pouze do určité polohy. Potom na straně spojů vývody ohneme, odstřípíme na potřebnou délku a teprve potom připájíme. Mezi rezistorem a deskou s plošnými spoji musí zůstat mezera alespoň 5 mm. Pokud by byla deska s plošnými spoji umístěna vodorovně, je vhodné pod rezistorem vyvrtat 2 až 3 větší díry, aby mohl lépe proudit chladič vzduch.

Další částí vyvíjející teplo je chladič výkonového stupně. V našem příkladu je osazen dvěma integrovanými obvody typu MDA2020. Jmenovitý výstupní výkon  $P_{im}$  je  $2 \times 16$  W. Tento výkon je však zesilovač schopen dodat jen v modulačních špičkách. Podle zkušeností víme, že pro hlasitý poslech v místnosti s plochou kolem 20 m<sup>2</sup> a pro velmi malou účinnost reproduktorových soustav stačí dodávat do reproduktorových soustav výkon asi 1 až 2 W. Pro určitou rezervu můžeme zvolit



Obr. 6. Zkušební nástroje: a) nečlávkovaný zkušební prst, b) zkušební háček

Tab. 5. Přípustná oteplení důležitých částí přístroje

Název částí přístroje	Dovolené oteplení [°C]			
	Normální klima		Tropické klima	
	Normální zkušební podmínky	Zkušební poruchy	Normální zkušební podmínky	Zkušební poruchy
Povrch přístroje:				
kovové části (knoflíky, páčky, rukojeti atd.)	30	65	20	55
kryty kovové 1)	40	65	30	55
nekovové části (knoflíky, páčky, rukojeti atd.) 2)	50	65	40	55
kryty nekovové 1) 2)	60	54	50	55
Vnitřní plochy krytů dřevěných 3)	60	90	50	80
Vinutí: 4), 5)				
vodiče s izolací z neimpregnovaného hedvábí	55	75	45	65
vodiče s izolací z lakovaného hedvábí	70	100	60	90
vodiče s izolací z eterového smaltu (CuE, CuU)	85	150	75	140
vodiče s izolací z polyvinylformaldehydu	95	160	85	150
vodiče s izolací z polyuretanové pryskyřice (CuT)	85	160	85	150
Pohyblivé přívody:				
izolované polyvinylchloridem bez mechanického namáhání	60	100	50	90
izolované polyvinylchloridem s mechanickým namáháním	45	100	35	90
izolované přírodní pryží	45	100	35	90
Jiné izolace s výjimkou termoplastů: 5)				
neimpregnovaný papír	55	70	45	60
neimpregnovaná lepenka	60	80	50	70
impregnovaná bavlna, hedvábí, papír a textil				
s pryskyřicí na bázi močoviny	70	90	60	80
lamináty vázané epoxidovou pryskyřicí	120	150	110	140
přírodní pryž	45	100	35	90

Pozn.

- Na plochách, které nemají žádný rozměr větší než 5 cm a u kterých je pravděpodobné, že při normálním používání přístroje nedojde k dotyku, povoluje se oteplení za normálních zkušebních podmínek až 65 °C (55 °C pro tropické klima).
- Uvedená oteplení jsou orientační, rozhodující je maximální dovolená teplota pro určitý materiál.
- Dovolená oteplení vnitřku krytů z jiných izolačních materiálů se řídí přípustnou teplotou použitého materiálu.
- Na kovry vnitřní se doporučuje použít materiál alespoň se stejným dovoleným oteplením, jaké má izolace použitého vodiče.
- Teplotní třídy elektroizolačních materiálů:  
Y – 90 °C (neimpregnovaná bavlna, hedvábí, papír)  
A – 105 °C (impregnovaná bavlna, hedvábí, papír)  
E – 120 °C  
B – 130 °C (slída, skelné tkaniny, azbest s méně odol. pojivky)  
F – 155 °C (slída, skelné tkaniny, azbest s odolnými pojivky)  
H – 180 °C (silikon, kaučuk, slída, skel. tkaniny, azbest)  
C – nad 180 °C (slída, porcelán, sklo)

např. výkon  $2 \times 5 \text{ W}$  jako trvalý výstupní výkon  $P_r$ . Dále postupujeme podle přílohy C. Nejprve určíme činitel vybuzení zesilovače pro výstupní výkon 5 W

$$n = \sqrt{\frac{P_r}{P_{1m}}} = \sqrt{\frac{5}{16}} = 0,56$$

a výkonovou ztrátu  $P_{zs}$  vyvolanou signálem

$$P_{zs} = P_r \left( \frac{4}{\pi n} - 1 \right) = 5 \left( \frac{4}{\pi \cdot 0,56} - 1 \right) = 6,36 \text{ W}$$

Monolitický integrovaný obvod MDA2020 použitý ve výkonovém stupni má klidový odběr (bez signálu) typicky 60 mA. To představuje při napájecím napětí 32 V přidavný klidový ztrátový výkon

$$P_{z0} = 32 \cdot 0,06 = 1,92 \text{ W}$$

Celkový ztrátový výkon zesilovačů obou kanálů pak bude

$$P_z = 2 \cdot (6,36 + 1,92) = 16,56 \text{ W}$$

Chceme-li dodržet maximální teplotu chladiče  $T_c = 75 \text{ °C}$  a předpokládáme-li

maximální teplotu okolí  $T_a = 35 \text{ °C}$ , musí být tepelný odpor chladiče  $R_{t(c-a)}$  alespoň

$$R_{t(c-a)} = \frac{T_c - T_a}{P_z} = \frac{75 - 35}{16,56} = 2,42 \text{ °C/W}$$

Z konstrukčních důvodů je pro naši aplikaci výhodné volit chladič z hliníkového taženého profilu typu 610. V grafu v příloze C zjistíme, že požadovaný tepelný odpor má chladič délky 48 mm. Protože je k dispozici výška skříňky 60 mm, upravíme rozměry chladiče tak, že jeho délka bude 60 mm a šířka 90 mm.

Pro kontrolu dále zjistíme, jaké může být dosaženo maximální teploty přechodu při trvalém výstupním výkonu. Tepelný odpor pouzdra je  $R_{t(j-c)} = 3 \text{ °C/W}$ . Pouzdro integrovaného obvodu je upevněno ke chladiči pomocí hliníkového převodníku tepla délky  $l = 17 \text{ mm}$  a průřezu  $s = 300 \text{ mm}^2$ . Jeho tepelný odpor bude

$$R_{t(p-r)} = \frac{l}{\lambda S} = \frac{17 \cdot 10^{-3}}{221,9 \cdot 300 \cdot 10^{-6}} = 0,26 \text{ °C/W}$$

Tepelný odpor izolovaného styku pouzdra integrovaného obvodu s převodníkem odhadneme podle tab. 12 na  $R_{t(c-r)} = 0,8 \text{ °C/W}$  a tepelný odpor neizolovaného styku převodníku s chladičem na  $R_{t(c-r)} = 0,3 \text{ °C/W}$ . Oba styky jsou potřeny silikonovou vazelinou. Nejvyšší teplotu přechodu

du jednoho integrovaného obvodu pak vypočítáme ze vztahu

$$T_{jmax} = \frac{P_z}{2} (R_{t(j-c)} + R_{t(p-r)} + R_{t(c-r)} + R_{t(c-r)} + 1) + T_r = \frac{16,56}{2} (3 + 0,26 + 0,8 + 0,3) + 75 = 111 \text{ °C}$$

Tato teplota spolehlivě vyhovuje, protože tepelná pojistka integrovaného obvodu začíná pracovat při teplotě přechodu 145 °C. Poloviční ztrátový výkon dosazujeme proto, že na společném chladiči jsou oba výkonové integrované obvody. Kdyby měl každý integrovaný obvod vlastní chladič, dosadil by se ztrátový výkon jednoho zesilovače. Pokud by byl výkonový stupeň osazen tranzistory se samostatnými chladiči, pak bychom museli dosadit polovinu ztrátového výkonu jednoho zesilovače a celý předchozí výpočet výkonové ztráty by musel vycházet z polovičních velikostí trvalého a jmenovitého výstupního výkonu jednoho zesilovače.

Podobným způsobem určíme rozměry chladiče stabilizačního tranzistoru. Při vstupním výkonu  $2 \times 5 \text{ W}$  bude stabilizátor dodávat výkon

$$P_{ssv} = P_T + P_z = 10 + 16,56 = 26,56 \text{ W}$$

Klidový odběr předzesilovače, elektronických přepínačů a indikačních diod je  $I_{OP} = 0,03 \text{ A}$ . To představuje přidavný výkon

$$P_{ssv} = U_{ss} I_{OP} = 32 \cdot 0,03 = 1 \text{ W}$$

Celkový výkon zatěžující stabilizátor je

$$P_{ss} = P_{ssv} + P_{ssd} = 27,56 \text{ W}$$

To představuje odebíraný proud  $I_{ss} = 0,86 \text{ A}$  při výstupním napětí stabilizátoru  $U_{ss} = 32 \text{ V}$ . Při výstupním výkonu  $2 \times 5 \text{ W}$  bude na filtračních kondenzátorech usměrňovače napětí  $U_0 = 36 \text{ V}$  a stabilizační tranzistor bude rozptylovat výkon

$$P_z = (U_0 - U_{ss}) I_{ss} = (36 - 32) \cdot 0,86 = 3,44 \text{ W}$$

Potřebný vyzařovací odpor bude (předpokládáme-li teplotu chladiče  $T_c = 100 \text{ °C}$  a teplotu okolí uvnitř skříně  $T_a = 50 \text{ °C}$ )

$$R_{t(c-a)} = \frac{T_c - T_a}{P_z} = \frac{100 - 50}{3,44} = 14,5 \text{ °C/W}$$

Z grafu v příloze C zjistíme, že tohoto vyzařovacího odporu lze dosáhnout čtvercovým deskovým chladičem o straně  $a = 62 \text{ mm}$ . Z konstrukčních důvodů zvolíme svislou hliníkovou desku povrchově neupravenou o rozměrech  $50 \times 80 \text{ mm}$ . Teplota přechodu bude za uvedených okolností

$$T_j = 3,44 \cdot (1,5 + 0,8) + 100 = 108 \text{ °C}$$

když  $R_{t(j-c)} = 1,5 \text{ °C/W}$ ; odpor izolovaného styku bude  $R_{t(c-r)} = 0,8 \text{ °C/W}$ .

## Požadavky na izolaci

Často potřebujeme umístit vhodné izolační vrstvy na živé nebo přístupné části. Jakmile tyto izolační části mají zajišťovat ochranu před úrazem elektrickým proudem, pak musí vyhovět přísným požadavkům. Musí být dostatečně stálé i při dlouhém provozu ve zvýšené teplotě, dále musí odolávat rázům při snížené teplotě (mrazu) a konečně musí být odolné proti prodlouženému působení. Vhodnost izolačních povlaků se ověřuje zkouškami popsány v další kapitole.



Isolační vrstvy a přepážky mezi živými izolovanými nebo neizolovanými vodiči a přístupnými částmi a částmi s nimi spojenými musí mít tloušťku alespoň 0,4 mm, jsou-li zhotoveny z PVC. Tento druh izolace lze uvažovat jako základní nebo přídatnou izolaci. Pro dvojitou izolaci potřebnou u přístrojů II. třídy musí mít buď základní nebo přídatná isolační vrstva tloušťku 0,4 mm. Druhá izolace může být tenčí, ale musí být zhotovena z PVC a musí vydržet zkoušku elektrické pevnosti pro základní nebo přídatnou izolaci. Z praktického hlediska je proto výhodnější volit obě isolační vrstvy tloušťky alespoň 0,4 mm a tím se vyhneme nutnému zkoušení. Zesílená izolace musí mít tloušťku alespoň 2 mm. Izolace z jiných materiálů než je PVC, případně tenčí než 0,4 mm, popř. 2 mm, se musí podrobit zkoušce elektrické pevnosti pro příslušný typ izolace. Zesílená izolace s menší tloušťkou než 2 mm může být použita pouze tehdy, nebude-li se deformovat nebo nezmění-li se její tloušťka při teplotě, na níž se ohřeje normálním provozem přístroje. V žádném případě se její tloušťka nesmí zmenšit pod 0,4 mm a musí vydržet zkoušku elektrické pevnosti na zesílenou izolaci.

### Isolační vrstvy a přepážky

*Abychom se vyhnuli nutnosti zkoušet isolační vrstvy nebo přepážky, byla u našeho příkladu zvolena cesta zabezpečení obsluhy dodržením bezpečných vzdušných vzdáleností a povrchových cest. Jejich určení je uvedeno v další části.*

### Povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti

Znovu si připomeňme zásadu, že u tohoto přístroje se nesmí stát živou žádná přístupná část ani část s ní spojená. To se týká i částí, které se stanou přístupnými po sejmutí běžně snímatelných krytů a vík (např. při výměně baterii). Aby byl tento požadavek splněn, je třeba mezi živé části a přístupné části umístit vhodnou izolaci. Ta může být tvořena buď dostatečnou vzduchovou mezerou (vzdušnou vzdáleností), nebo vzdáleností dvou částí po povrchu izolantu (povrchová cesta) anebo vloženou isolační vrstvou. Isolačními vrstvami jsme se již zabývali a proto se nyní věnujeme povrchovým cestám a vzdušným vzdálenostem. Jejich návrh se řídí podle toho, v jaké bezpečnostní třídě bude přístroj konstruován a v jakém prostředí bude pracovat. Pro radioamatérské potřeby stačí budeme-li vycházet z předpokladu, že přístroje budou konstruovány pro práci v uzavřených suchých prostorech s malou prašností a ve venkovním prostředí se zvětšenou vlhkostí budou pracovat jen krátkodobě. Pouze u přístrojů do automobilů je třeba brát v úvahu zvětšený rozsah pracovních teplot, velkou vlhkost a značné mechanické namáhání vibracemi. Ovšem u těchto přístrojů se obvykle nepředpokládá síťový provoz, a proto požadavky na izolaci jsou určovány převážně mechanickými vlastnostmi.

Běžné síťové měřicí přístroje laboratorní nebo dílenské se převážně navrhují v bezpečnostní třídě I. To znamená, že všechny kovové části musí být izolovány od živých částí základní izolací. Kovové části, které nejsou součástí vnitřních obvodů (kostry, šasi, panely, kryty, skříně) musí být navzájem vodivě propojeny a spojeny se zvláštní zemnicí ochrannou svorkou nebo s ochranným kontaktem

síťové přívodky nebo pevně připojené síťové šňůry. Síťová šňůra pevná i odnímatelná musí obsahovat tři vodiče – fázový, nulový a ochranný.

Údaje povrchových cest a vzdušných vzdáleností určíme na základě pracovního napětí z grafů na obr. 3. Na tomto obrázku jsou uvedeny tři lomené přímky určující minimální vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty v závislosti na vrcholové hodnotě napětí mezi částmi oddělenými vzdušnou mezerou nebo izolací. Podle přímky A se určují hodnoty vzdáleností tehdy, jestliže se jedná o základní nebo doplňkovou izolaci. Pro zesílenou izolaci platí přímka B.

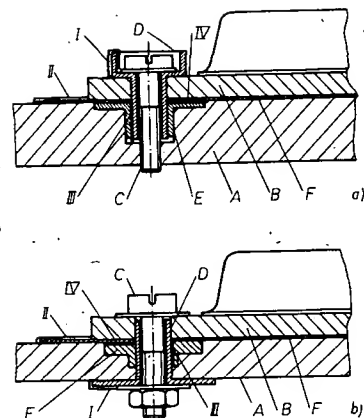
Jsou-li polohy živých vodičů pevně fixovány a nemůže-li se za žádných okolností jejich poloha změnit a je-li isolační materiál určující polohu vodičů neohřátý a přitom obvody těchto vodičů nejsou vodivě spojeny se sítí, je dovoleno jejich vzájemnou vzdálenost určit podle přímky C z obr. 3. Týká se to především vodičů na deskách s plošnými spoji.

Zmenšení povrchových cest a vzdušných vzdáleností proti údajům daným přímkami A a B v obr. 3 o 1 mm je dovoleno též za předpokladu, že se nejedná o oddělení živých a přístupných částí, že isolační vzdálenosti jsou udržovány tuhou konstrukcí a že se nemohou zmenšit ani působením vnějších sil a že se jejich isolační vlastnosti nezhorší vlivem usazeného vodivého prachu, vznikajícího uvnitř přístroje (např. prach z uhlíků kolektorových motorů). Redukovaná velikost isolačních vzdáleností se však nesmí zmenšit na méně než 2/3 velikosti určené podle přímk A nebo B v obr. 3, a dále pro základní a doplňkovou izolaci pod 0,5 mm a pro zesílenou izolaci pod 1 mm.

Povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti se měří v nejneprůzračnějším místě a s nejneprůzračnějším působením vnějších sil a výrobních tolerancí.

Předepsané velikosti povrchových cest je nutné dodržet i u těch obvodů, které sice nenesou síťové napětí, ale jiné nebezpečné napětí vytvořené uvnitř přístroje. To jsou případy výkonových zesilovačů, vysílačů, měničů apod. U nich bývá kritickým místem izolace výkonového tranzistoru nebo diody od chladiče, který bývá spojen s přístupnými částmi. Obvykle používané isolační průchodky a podložky většinou nestačí a je nutno zhotovit speciálně upravené, které zaručují požadované velikosti povrchových cest. Příklad je uveden na obr. 8.

Dodržet minimální vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty podle obr. 3 je velice důležité, protože jsou považovány za do-



Způsoby měření povrchových cest a vzdušných vzdáleností jsou na obr. 1.

### Určení povrchových cest a vzdušných vzdáleností

*Povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti u navrhovaného přístroje určíme z grafu na obr. 3. Pro přístroj v bezpečnostní třídě II určujeme vzdálenosti mezi živými částmi a přístupnými částmi z křivky B, vzdálenosti mezi póly sítě z křivky A. Pro síťové napětí musíme předpokládat, že se vlivem kolísání sítě může zvětšit až o 10 %, tj. až asi na 250 V. Pro toto napětí vychází vzdálenost podle křivky A na 3 mm a podle křivky B na 6 mm.*

Při návrhu desky s plošnými spoji se v našem případě nevyhneme tomu, aby byly obvody spojené se sítí v blízkosti obvodů spojených s přístupnými částmi. Na základě toho byly obvody rozmístěny na jednotlivé desky tak, že k vzájemnému přiblížení dochází pouze na jediné desce, na níž je startovací obvod a usměrňovač napájecího napětí. Pro zajištění bezpečnosti je důsledně dodržena minimální vzdálenost mezi součástkami nebo spoji obou obvodů 6 mm, jak je vidět na obr. 9 (viz též obr. 4 na 2. str. obálky).

Nejkritičtější místem pro dodržení patřičné izolace je impulsní transformátor, který dodává zapalovací impulsy pro triak. Jeho popis bude uveden spolu s popisem konstrukce síťového transformátoru.

Bezpečné vzdálenosti musí být dodrženy i mezi spoji a pájecími body na desce s plošnými spoji, na nichž je síťové napětí, a kovovým krytem přístroje. Neproměnnost těchto vzdáleností musí být zajištěna dostatečnou tuhou konstrukcí, případně vhodnými vzhledy. V našem případě se jedná o přístroj velmi malých rozměrů (210 × 180 mm). Horní kryt je zhotoven z ocelového plechu tl. 0,8 mm a je tedy dostatečně tuhý. Navíc stínící kryt síťového transformátoru působí uprostřed přístroje jako spolehlivá vzpěra. Proto se i při poměrně značném zatížení horní stěny podstatně nezdeformuje a vzdušné vzdálenosti se nezmění.

### Volba součástek a materiálu

Pro správnou a bezpečnou konstrukci přístroje nestačí dodržet předepsané mechanické uspořádání nebo provedení, velice však záleží i na volbě správných konstrukčních a elektrotechnických materiálů a součástek a na jejich správném použití. Nejdůležitější je v našem případě výběr materiálu na díly a na kryty, které izolují živé části od ostatních částí přístroje. Na uvedené části nesmíme v žádném případě použít hygroskopické materiály jako jsou dřevo, papír, sololit apod. Dřevo lze použít pouze na skříň, ale pak tento materiál nelze považovat za izolaci před nebezpečným napětím.

Na izolační povlaky kovových částí krytu nebo živých částí je doporučován PVC, který byl dostatečně pro tuto funkci prokoven. U vodičů je dodržení této podmínky snadné, protože sortiment drátů a kabelů s izolací z PVC je dostatečný. Horší situace je v případě, potřebujeme-li vložit do některého místa např. deskovou izolaci, nebo při potřebě pokrytí větší plochy izolační vrstvou. V takovém případě volíme některé běžné dostupné izolanty (tex-

gumoid, umaplex, novodur, polystyrén atd.) a musíme udělat zkoušku elektrické pevnosti. Jako izolační povlak se však nepřípustí žádná laková nebo kyslíčková izolace (eloxování). Tuto izolaci lze připustit pouze v místech, kde se neodděluje části živé a přístupné (např. izolace pouzdra tranzistoru od chladiče). Zkušenosti však ukázaly, že kyslíčková vrstva je mechanicky velice snadno zranitelná, vyžaduje dodržet velkou přesnost obrábění a čistotu při montáži. Proto není dostatečně spolehlivá a raději používáme podložky ze slídy nebo plastických hmot.

Pro izolační prvky, které nesou nějaké kontaktní zařízení pro proud větší než 0,5 A, jež se vlivem nedokonalého dotyku může nadměrně zahřívát (konektory, spínače, pojistková lůžka, svorkovnice), musí být použity vždy tepelně odolný materiál. Vhodná je keramika, bakelit, teflon, vyhovující při menších proudech je texgumoid, skelný laminát, tvrzená pryž apod.

Připomeňme též, že i ostatní běžné konstrukční materiály a jejich zpracování mají vliv na bezpečné provedení přístroje. Kostra šasi a skříň musí být dostatečně robustní, aby bylo spolehlivě udržováno prostorové rozložení důležitých součástek a aby se nemohly zmenšit předepsané povrchové cesty a zvláště vzdušné vzdálenosti. Rozměrnější přístroje též nesmějí ohrožovat obsluhu svou případnou mechanickou nestabilitou, případně nekrytými pohyblivými se částmi.

Z elektrotechnických materiálů a součástek si všimneme, hlavně těch, které bývají součástí obvodů spojených vodičů se sítí a některých dalších, které mohou být zapojeny v obvodech nesoucí nebezpečné napětí.

### Spínače

Nejběžnějšími součástkami této skupiny jsou síťové spínače. Protože s nimi přichází obsluha do styku pokaždé, když začíná nebo končí práci s přístrojem, jsou na jejich provedení kladeny vysoké požadavky. V první řadě musí mít každý spínač odpovídající elektrickou pevnost. Tím se zajišťuje ochrana obsluhující osoby před síťovým napětím na kontaktech spínače. Elektrická pevnost spínačů se ověřuje přiložením efektivního střídavého zkušebního napětí 2500 V mezi všechny živé části a části, které jsou nebo se stanou přístupnými po vestavění spínače do přístroje. Je-li to spínač všech pólů sítě, připojuje se zkušební napětí ještě mezi póly. Přitom spínač je v poloze „zapnuto“.

V poloze „vypnuto“ se přiloží střídavé efektivní zkušební napětí 1000 V mezi všechny kontakty spínače. Přitom musí být odpojeny všechny rezistory a kondenzátory připojené paralelně k jeho kontaktům.

Síťové spínače musí být zkonstruovány tak, aby mohly stabilně zaujímat pouze krajní polohy; tj. polohy zapnuto a vypnuto. Tím je míněno, že přepínání musí být jednoznačné bez možnosti nastavit libovolnou mezipolohu, v níž by se mohly zmenšit předepsané povrchové cesty nebo vzdušné vzdálenosti uvnitř spínače, případně mohlo dojít ke vzniku oblouku nebo nedokonalého styku kontaktů. Síťové spínače musí být též dostatečně robustní a spolehlivé.

Každý výrobce musí na vyráběném spínači uvést takové označení, které dává uživateli dostatek informací ke správnému použití. Na spínači musí být uvedeno typové označení, jméno nebo znak výrobce, jmenovité napětí a jmenovitý proud nebo špičkový impulsní proud anebo po-

měr špičkového impulsního proudu k jmenovitému proudu. Například označení

2/8

250

znamená, že spínač je konstruován na jmenovitý střídavý proud 2 A, špičkový impulsní proud 8 A a jmenovité střídavé napětí 250 V. Může se psát též

2 A/8 A 250 V

Při vyznačení poměrů proudů je u označení poměrů uveden znak X, např.

2/4X

250

Znak znamená, že spínač je navržen na jmenovitý střídavý proud 2 A, špičkový impulsní proud 4krát větší než jmenovitý, tj. 8 A a na jmenovité střídavé napětí 250 V. I v tomto případě lze psát označení ve tvaru

2 A/4 X 250 V

Přehled síťových spínačů i ostatních součástek, jejichž parametry mohou ovlivnit provedení přístroje, je uveden v příloze A.

Pro radioamatérskou praxi je mnohem důležitější vědět, jak správně síťové spínače používat, než se zabývat otázkami jejich konstrukce a zkoušení. Dá se říci, že všechny přístroje musí, až na určité výjimky, být opatřeny správným síťovým spínačem.

Nejprve tedy ony výjimky. Síťový spínač nemusí mít přístroje s příkonem do 10 W za normálního provozu. To se může velmi často týkat různých přenosných měřicích přístrojů, elektronických hodin, malých přenosných rozhlasových přijímačů určených pro provoz ze sítě i z baterií atd. Dále to mohou být zařízení s příkonem menším než 50 W změřeným po uběhnutí 2 minut od způsobení libovolného poruchového stavu uvedeného pro zkušební poruchy v odstavci Normální zkušební podmínky a zkušební poruchy. Konečně síťový spínač nemusí mít zařízení určené k trvalému provozu, jako např. anténní zesilovač. U všech ostatních přístrojů a zařízení musí být použit spínač všech pólů sítě. To znamená, že při běžném napájení z jednofázové zásuvky je třeba použít dvoupólový spínač. Přitom pojistky, odrušovací tlumivky, kondenzátory a rezistory a vestavené hodiny se odpojovat nemusí.

Jednopolový síťový spínač se připouští pouze pro přístroje opatřené oddělovacím síťovým transformátorem nebo motortransformátorem s oddělenými vinutími a pro odpojování indukčních motorů od sítě, jestliže se výkon přivádí pouze ke statoru, a pro odpojování motorů s rotujícími vinutími, jejichž izolace mezi živými a přístupnými kovovými částmi je dvojí nebo jejich přístupné části jsou uzemněné. Ale i v těchto případech je vhodnější zvolit dvoupólový spínač, je-li to možné.

Někdy je výhodné opatřit zařízení funkčním spínačem. V takovém případě může být hlavní síťový spínač ještě předřazen nebo jím zařízení nemusí být vybaveno. Funkční spínač se připouští tehdy, je-li zařízení vybaveno síťovým transformátorem, který vyhoví dále uvedeným požadavkům, přičemž obvody napájené tímto transformátorem, které zůstávají v činnosti i po vypnutí funkčního spínače, nemají příkon větší než 10 W. Jiná možnost je, že zařízení je vybaveno spolehlivě a jasně viditelným světelným nebo zvukovým signálem, aktivním při vypnutí funk-

ního spínače. Jestliže tato signalizace nezůstává v činnosti po zapnutí funkčního spínače, pak musí být zapnutý stav přístroje signalizován jiným jasným způsobem. Uvedený požadavek je splněn např. použitím dvou kontrolky, z nichž jedna signalizuje, že je přístroj připojen k síti (zapnutím hlavního síťového spínače nebo zasunutím vidlice přírodní šňůry do zásuvky) a druhá signalizuje stav zapnutí funkčního spínače. První kontrolka může po zapnutí funkčního spínače zhasnout nebo zůstat v činnosti.

Obdobnou signalizací musí být opatřeny přístroje, které jsou zapínány do činnosti ze stavu „připraveno“ (stand-by) nebo prostřednictvím dálkového ovládání z přenosného ovladače, případně z časovače či podobného řídicího přístroje. Ve stavu „připraveno“ musí být signalizováno opticky nebo akusticky, že přístroj je připojen k síti, podobně ve stavu „zapnuto“ musí být tento stav jasně indikován podobným způsobem.

Zde vyvstává jedna otázka, na kterou prozatím bezpečnostní normy nedávají zcela jasnou a přímou odpověď. Týká se to využití polovodičových prvků ve funkci síťových spínačů. Pokusíme se nalézt řešení na základě již uvedených informací. Je celkem pochopitelné, že málokterý polovodičový prvek může vyhovět požadavkům norem na elektrickou izolaci měřenou mezi kontakty rozpojeného spínače a na požadované povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti. Mimo to v části popisující přípravu přístroje do stavu zkušební poruchy je uvedeno, že při těchto zkouškách se vodič překlenou též všechny polovodičové součástky, neboť se předpokládá, že polovodičové součástky nemají dostatečnou spolehlivost a může dojít k jejich průrazu. Z uvedeného vyplývá, že ve funkci síťového spínače nelze obecně připustit žádný polovodičový spínač. Výjimku tvoří přístroje a zařízení, které mají malou spotřebu (viz předchozí odstavce) a nemusí mít síťový spínač. V tom případě lze polovodičovými prvky realizovat funkční spínače, ale s podmínkou, že přístroj je vybaven oddělovacím transformátorem, nebo že před funkční spínač je zařazen hlavní síťový spínač, vyhovující všem požadavkům norem, a že ovládací obvody nebo prvky, s nimiž obsluha manipuluje při zapínání a vypínání přístroje, mají předepsanou izolaci proti živým částem spojeným se sítí. Pro přístroje s příkonem větším lze použít mechanické spínače ovládané elektricky (relé, stykače), které vyhoví výše uvedeným požadavkům na síťové spínače a mají požadovanou izolaci

mezi kontakty a ovládací cívkou. Příklady zapojení síťových spínačů, funkčních spínačů i polovodičových spínačů jsou uvedeny v příloze B.

Některá zařízení, která obsahují obvody nesoucí nebezpečné napětí a jsou opatřena otviroacími víky nebo kryty nad uvedenými obvody, se často opatřují bezpečnostními spínači, ovládanými právě těmito kryty a víky. Bezpečnostní spínače musí pracovat naprosto spolehlivě a při otevření kteréhokoli krytu nebo víka musí zařízení okamžitě odpojit od všech polů sítě a to i v tom případě, že se kryt či víko otevírá pomalu. Pro tyto účely se vyrábějí speciální spínače s mžikovým vypínáním, ale vesměs nejsou dostupné na maloobchodním trhu a proto je třeba v amatérské praxi volit např. kombinaci mikrospínače jako snímacího prvku a relé nebo stykače jako výkonového spínače. Toto uspořádání se používá též u profesionálních zařízení, zvláště mají-li velký příkon.

### Síťový spínač

Podle požadavku v zadání příkladu má být síťový přívod zesilovače provozně zapínán a vypínán membránovými spínači. Vzhledem k malým rozměrům přístroje bylo rozhodnuto tuto funkci realizovat elektronickým spínačem osazeným triakem. Konstruovaný zesilovač však nesplňuje podmínky, podle nichž nemusí být přístroj opatřen síťovým spínačem (polovodičový spínač nelze uvažovat jako síťový spínač), jak bylo již uvedeno. Proto byl zvolen kompromis, který dává řešení prostorově úsporné a vyhovující všem předpisům. Uvedený způsob zapínání je požadován hlavně z důvodů vzhledových, neboť ani páčkové ani tlačítkové síťové spínače nevyhovovaly řešení ovládacího panelu a navíc by mechanické spínání sítě nepůsobilo právě dobrým dojmem v sousedství elektronických spínačů ostatních funkcí.

Kompromisní řešení používá běžný páčkový síťový spínač, ale umístěný na zadní stěně přístroje, kde svým vzhledem neruší a k vlastnímu provoznímu zapínání a vypínání přístroje slouží dvě membránová tlačítka a příslušné elektronické obvody. Páčkový spínač je použit jako hlavní síťový spínač. Hlavní spínač slouží k vypnutí přístroje jen při dlouhodobém vyřazení z provozu.

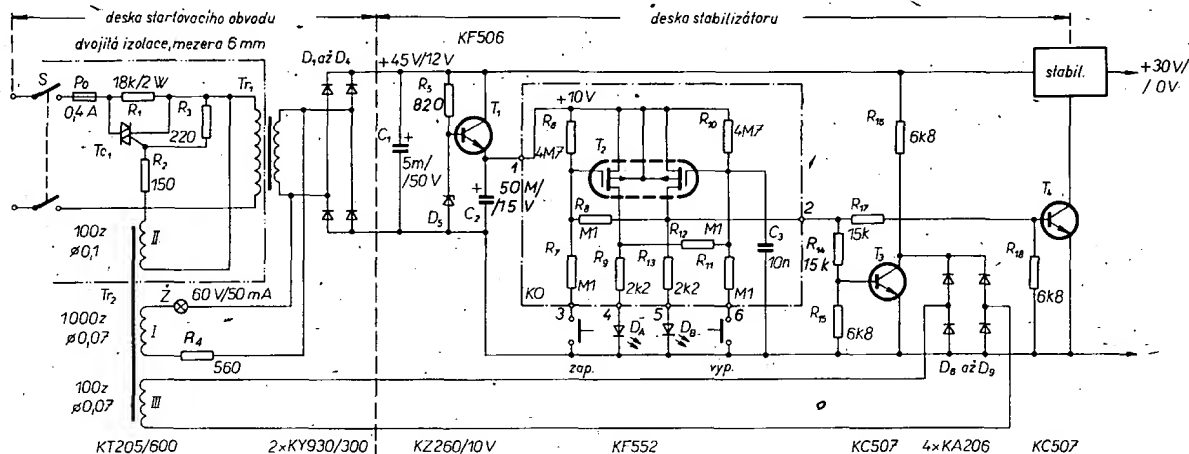
Schéma zapojení celého startovacího obvodu je na obr. 10 a obvod pracuje takto: Předpokládáme, že je přístroj připojen k síti a hlavní síťový spínač je zapnut. Síťové napětí je přiváděno na

primární vinutí transformátoru  $Tr_1$  přes pojistku a předřadný rezistor  $R_1$ , na němž průtokem magnetizačního proudu transformátoru a přetransformovaného proudu spínacího obvodu vznikne napěťový úbytek asi 150 V. O toto napětí se zmenší napětí na primárním vinutí transformátoru (tj. asi na 70 V) a na sekundárním vinutí bude asi 9 V. Tento režim je nastaven do té doby, dokud není sepnut triak  $T_c$  a je označován jako „připraveno“, stand-by.

Spínání triaku obstarává impulsní transformátor  $Tr_2$ , opatřený třemi vinutími. Vinutí I je přes rezistor  $R_4$  žárovku  $Z$  připojeno k sekundárnímu vinutí transformátoru. Tímto uspořádáním dosáhneme jednak toho, že ve vypnutém stavu je značně zmenšena spotřeba přístroje, a jednak toho, že celý obvod je za oddělovacím transformátorem a není nutno jej izolovat. Žárovka svým nelineárním vnitřním odporem zmenšuje rozdíly proudů při stavech „zapnuto“ a „připraveno“. Sinusový proud protékající vinutím způsobí přesycování jádra transformátoru v době, kdy je okamžitá hodnota proudu odlišná od nuly a v době, když proud prochází nulou nebo je velmi malý, se dostává do lineárního režimu. To má za následek, že ve vinutí II se indukuje okamžitou průchodu proudu nulou napěťové špičky, které zapínají triak na začátku každé půlperiody síťového napětí. Jakmile triak sepně, je vyřazen předřadný rezistor  $R_1$ , na transformátoru  $Tr_1$  je na obou vinutích plně střídavé napětí a přístroj je ve stavu „zapnuto“.

K vypnutí přístroje potřebujeme zamezit přístupu spouštěcích impulsů na řídicí elektrodu triaku. K tomu slouží vinutí III transformátoru  $Tr_2$ , jehož zkratováním se zamezí vytváření zapínacích impulsů a triak zůstává rozpojen. To představuje vypnutý stav přístroje.

Zkratování nebo rozpojení vinutí III na transformátoru  $Tr_2$  obstarává elektronický bistabilní klopný obvod s tranzistorem KF552 ( $T_2$ ). Obvod je překlápěn tlačítky „ZAP“ a „VYP“ a jeho okamžitý stav je indikován světelnými diodami. Výstup z klopného obvodu je přiveden na spínací tranzistor  $T_3$ , v jehož kolektorovém obvodu je kromě běžného zatěžovacího rezistoru zapojen ještě diodový můstek  $D_8$  až  $D_9$ . Jedna úhlopříčka můstku je připojena mezi kolektor  $T_3$  a zem, druhá k vinutí III transformátoru  $Tr_2$ . Je-li tranzistor  $T_3$  sepnut představuje to střídavý zkrat vinutí III, je-li rozpojen, je rozpojeno i vinutí III. Spínací diodový můstek musí být použit z toho důvodu, že se na vinutí III indukují impulsy obou polarit podle toho, zda průchod proudu nulou probíhá od klad-



Obr. 10. Startovací obvod pro bezkontaktní spínání sítě

ných hodnot k záporným nebo naopak. Totéž platí i pro zaplnací impulsy navinutí II.

Napájecí napětí klopného obvodu asi 10 V je udržováno pomocným stabilizátorem se Zenerovou diodou  $D_3$  a tranzistorem  $T_1$ . To je nutné proto, že napětí na sběracím kondenzátoru  $C_1$  je ve stavu „zapnuto“ asi 45 V a ve stavu „vypnuto“ asi 12 V. Aby zbytkové výstupní napětí ve vypnutém stavu přístroje nebylo přiváděno na další obvody zesilovače, je k výstupu klopného obvodu připojen ještě tranzistor  $T_4$ , který nastavuje nulové výstupní napětí stabilizátoru.

Kondenzátor  $C_3$  připojený k řídicí elektrodě  $T_2$  u tlačítka „VYP“ zajišťuje počáteční vypnutý stav klopného obvodu po zapnutí sítě hlavním spínačem. To je důležité zvláště tehdy, když musíme počítat s výpadky sítě. Takto je po opětovném zapojení sítě napětí zajištěno, že se přístroj nastaví do vypnutého stavu i v naší nepřítomnosti.

### Odušovací součástky

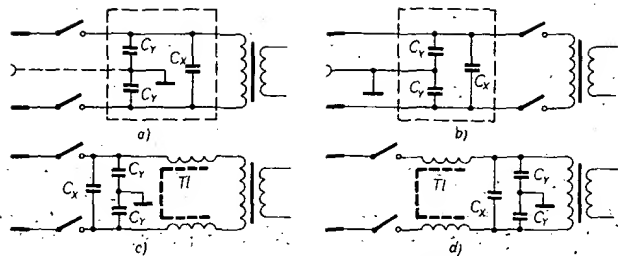
S rozvojem číslicových obvodů, impulsních napájecích zdrojů, fázové řízených tyristorových regulátorů a jiných obvodů generujících úzké proudové impulsy do napájecí sítě, se zvětšil význam odušovacích prvků, které omezují pronikání rušivých signálů z přístroje do sítě anebo naopak ze sítě do přístroje. Jako odušovací prvky bývají používány kondenzátory, tlumivky, případně i rezistory nebo jejich vzájemné kombinace. Největšího rozšíření doznaly kondenzátory.

K omezení rušivých signálů uvnitř přístroje (na sekundární straně transformátoru) můžeme používat libovolné kondenzátory. Jiná je však situace u obvodů spojených se sítí, v nichž můžeme použít pouze typy výslovně k tomuto účelu určené. Na tyto typy odušovacích kondenzátorů jsou kladeny velice přísné požadavky, které se kontrolují pečlivými a náročnými zkouškami přímo u výrobce. Dalšími zkouškami může spolehlivost součástek ověřit též jejich uživatel, ale pro amatérské podmínky musíme vystačit pouze s údaji výrobce protože i uživatelské zkoušky se vymykají možnostem běžného radioamatéra. Pro informaci jsou stručně popsány uživatelské zkoušky odušovacích kondenzátorů v další kapitole.

Odušovací kondenzátory se dělí do dvou tříd podle přípustnosti jejich zapojení. První třída označovaná X představuje odušovací kondenzátory, které musí vyhovovat požadavkům normy ČSN 35 8280 na tyto typy. Kondenzátory třídy X se nesmějí připojovat do takových míst, v nichž by jejich průraz mohl vyvolat nebezpečí úrazu elektrickým proudem. To znamená, že tyto kondenzátory nelze zapojovat mezi části živé a přístupné. Mohou např. přemostňovat póly sítě, kontakty síťového spínače, primární vinutí síťového transformátoru, usměrňovací diody při přímém usměrňování síťového napětí apod.

Druhá třída označovaná Y představuje tzv. bezpečnostní kondenzátory. Ty mohou být zapojovány i do těch míst, v nichž by průraz kondenzátoru mohl způsobit nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Tyto kondenzátory proto mohou být připojeny mezi části živé a části přístupné. Žádné jiné kondenzátory a to bez ohledu na jejich provozní jmenovité napětí se nesmějí na této pozici použít. Pokud kondenzátory třídy Y bez zbytku vyhoví

Obr. 11. Příklady zapojení odušovacích obvodů: a) pro přístroje bezpečnostní třídy I a II, b) pro přístroje bezpečnostní třídy I, c) odušení sítě od přístroje, d) odušení přístroje od sítě



požadavkům výrobní normy ČSN 35 8280 i zkouškám uživatelským podle ČSN 36 7000 a při výrobě je zaručena neměnná kvalita, mohou tyto kondenzátory přemostňovat i dvojitou nebo zesílenou izolaci mezi částmi živými a přístupnými. V našem případě se musíme spolehnout na údaje výrobce a předpokládat, že tomu tak skutečně je, protože provádět amatérsky příslušné zkoušky není snadné.

Odušovací kondenzátory mohou být zapojovány za síťový spínač nebo před něj, nebo mohou v některých případech přemostňovat kontakty spínače (omezují jiskření). Je třeba též dbát na to, aby mezi živé a přístupné části byly zapojovány pouze bezpečnostní kondenzátory Y a aby ve vypnutém stavu přístroje efektivní napětí na kterémkoli z těchto kondenzátorů nebylo větší než 125 V. Příklady zapojení odušovacích obvodů jsou uvedeny na obr. 11. Přístroje bezpečnostní třídy I mohou mít odušovací členy zapojeny buď před anebo za spínačem. Vzhledem k trvale připojenému ochrannému vodiči je vždy splněn požadavek, aby ve vypnutém stavu nepřekročilo efektivní napětí na kondenzátorech  $C_Y$  125 V. U přístrojů bezpečnostní třídy II se střed bezpečnostních kondenzátorů spojuje se zemí přístroje, s níž bývají též spojeny přístupné části krytu. Jsou-li nyní odušovací kondenzátory zapojeny před spínačem, pak sice není překročeno přípustné napětí 125 V na kondenzátoru  $C_Y$  ve vypnutém stavu, ale na přístupné části je přiváděna polovina síťového napětí přes kapacitní dělič složený z kondenzátorů  $C_Y$ . Toto napětí bychom pocítovali jako velice nepříjemné brnění. Proto je vhodné v přístrojů bezpečnostní třídy II zapojovat odušovací prvky až za spínač (obr. 11a).

Výše uvedené požadavky na odušovací kondenzátory platí v plné míře pro všechny kondenzátory, jejichž zkratování nebo odpojení by mohlo způsobit porušení bezpečnostních požadavků při zkušebních poruchách (viz odstavec Normální zkušební podmínky...).

V některých případech může též odpojení nebo vodivé překlenutí některého rezistoru způsobit, že přístroj nevyhoví požadavkům při zkušebních poruchách. Na tyto rezistory se vztahují zvláštní ustanovení o stabilitě jejich odporu a o době jejich života. Jestliže se jedná o rezistory zapojené mezi živé a přístupné části, musí též vyhovovat požadavkům na povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti mezi vývody. Toto poslední kritérium lze v amatérských podmínkách kontrolovat, avšak předepsané zkoušky stability a doby života nelze amatérskými prostředky realizovat. A protože ani výrobce součástek neuvádí, že by u některého typu rezistorů podobné zkoušky prováděl, bude vždy lepší se vyhnout zapojování rezistorů mezi části živé a přístupné a u ostatních obvodů vybírat na kritická místa takové typy rezistorů, u nichž je předpoklad jejich spolehlivé funkce. Vhodné jsou např. typy drátové nebo uhlíkové či metalizované s nalisovanými čepičkami (TR 510, MLT-0,25). Nevhodné jsou typy s připájenými vývody (TR 191-193, TR 161-163).

Dalšími odušovacími prvky jsou tlumivky. Jestliže by byly zapojeny do takového obvodu, že by jejich přerušení nebo zkratování mohlo způsobit porušení bezpečnostních požadavků při zkušebních poruchách, musí být dostatečně odolné proti přetížení. Tato odolnost se zkouší tak, že se tlumivka nechá vyhřát na teplotu, které dosáhne po čtyřhodinovém normálním provozu a poté se připojí na 1 minutu k napětí o velikosti a kmitočtu dvojnásobném než při normálním provozu. Pro ostatní prvky, které nejsou zapojeny uvedeným způsobem, je třeba dodržet požadavky na izolaci mezi vinutím a jádrem a mezi vinutím a kovovým šasi, na kterém jsou případně připevněny. Požadavky na izolaci jsou pak stejné jako u síťových a oddělovacích transformátorů. Nejčastější způsoby zapojení odušovacích prvků jsou uvedeny na obr. 11.

Je třeba upozornit, že zde uváděné požadavky na odušovací prvky se týkají pouze bezpečnostních ustanovení a nezabývají se určováním parametrů z hlediska odušovací účinnosti. To je problematika zcela odlišná a značně rozsáhlá a zaslouhovala by samostatné zpracování.

### Odušení

Nizkofrekvenční zesilovač našeho příkladu si nečiní nároky na zařazení do třídy Hi-Fi, požadujeme však aby měl co nejmenší rozměry. Z toho důvodu nebyly použity odušovací kondenzátory pro potlačení rušivých impulsů přicházejících ze sítě. Všechny odušovací prvky jsou rozměrné a v našem případě by jejich přínos byl zanedbatelný.

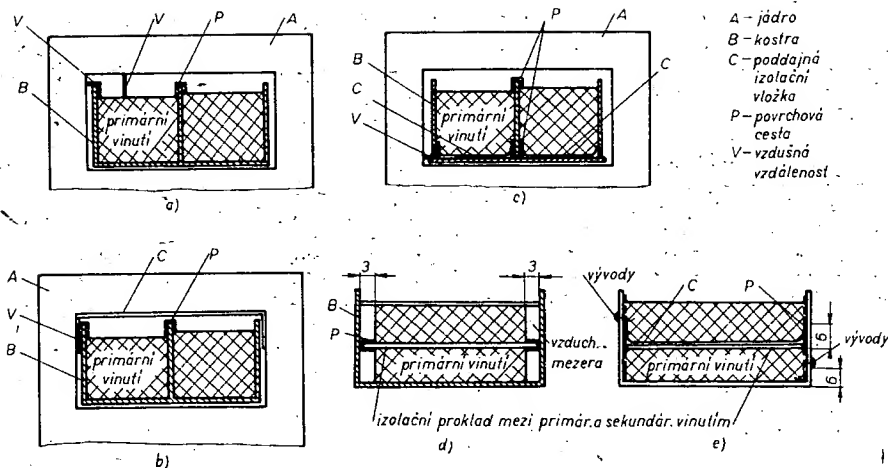
Triakový spínač je zapínán v okamžiku průchodu napětí nulou a proto nevznikají rušivé zaplnací impulsy, jako by tomu bylo u fázového řízení.

### Transformátory

Velice důležitými prvky, které určují bezpečnost provedení přístroje, jsou síťové transformátory. Jimi jsou galvanicky oddělovány obvody spojené se sítí (živé části) od ostatních obvodů v přístroji. Zvláště u přístrojů bezpečnostní třídy II, u nichž jsou obvykle přístupné části spojené se signálovými obvody a nespojené s ochranným vodičem sítě, jsou nároky kladené na provedení síťových transformátorů značné. Na jejich izolaci mezi primárním vinutím a sekundárním vinutím s jádrem spočívá hlavní odpovědnost za bezpečný provoz přístroje. V našem případě se důležitost a náročnost požadavků musí promítnout do pečlivosti práce, protože zhotovení síťového transformátoru patří k základním pracem každého radioamatéra. Proto nyní uvedeme, jak správně navrhnout konstrukci transformátoru, aby bylo vyhověno příslušným bezpečnostním normám.

Nejpřísnější požadavky jsou kladeny na transformátory pro přístroje třídy II. Zde izolace mezi primárním a sekundárním vinutím a mezi primárním vinutím a jádrem, je-li spojeno s přístupnými částmi,





Obr. 12. Příklad provedení vinutí transformátorů pro přístroje bezpečnostní třídy II; a) cívka s lisovanou kostrou a dělicí přepážkou, b) prodloužení vzdušné vzdálenosti lze dosáhnout vložením izolační fólie C mezi kostru a jádro transformátoru, c) u soustředného vinutí se povrchová cesta zajistí přečnívajícím izolačním prokladem mezi primárním a sekundárním vinutím. Vinutí musí být na obou stranách užší minimálně o 3 mm, d) jiný způsob prodloužení povrchové cesty pomocí poddajné izolační vložky, umístěné nad izolační prokladem mezi primárním a sekundárním vinutím

nebo mezi sekundárním vinutím a jádrem, je-li jádro spojeno s živými částmi, musí odpovídat zesílené izolaci. Splnění tohoto požadavku dosáhneme následujícím způsobem.

Pro vinutí použijeme kostru s tloušťkou stěny alespoň 0,4 mm. Pro dokonalé oddělení obou vinutí je nejvhodnější kostra opatřená přepážkou, která rozdělí prostor pro vinutí na dvě komůrky. Do jedné je navinuto primární vinutí, do druhé sekundární vinutí. Je-li kostra lisovaná a s přepážkou tvoří jeden celek, nebo je-li složená z dílů a dokonale zalepená a spáry zalaty vhodnou zalévací hmotou (Epoxy, Lepox apod.), vyhoví běžné izolace a proklady předepisované při výrobě transformátorů. Pozor musíme dávat jen na to, aby cívka nebyla příliš plná a aby se tím nezmenšily předepsané povrchové a vzdušné vzdálenosti. Mezi nejvrchnější vrstvou primárního vinutí a jádrem musí zůstat vzdušná vzdálenost alespoň 6 mm a mezi horní vrstvou primárního vinutí a horní vrstvou sekundárního vinutí musí být povrchová cesta rovněž 6 mm. Izolační vrstvy na jednotlivých vinutích nemají na velikost těchto vzdáleností vliv, neboť případný výboj by probíhal ve spáře mezi čelem kostry a izolační vrstvou (viz obr. 12). Toto omezení je zvláště nepříjemné u malých transformátorů, kde šetříme každý milimetr. V takovém případě stačí, přesahuje-li přepážka mezi primárním a sekundárním vinutím vinutí tak, aby celková délka povrchové cesty byla 6 mm, a mezi kostrou a jádrem vložíme izolační vložku tloušťky alespoň 0,4 mm se zahnutými okraji tak, aby se vzdušná vzdálenost (popř. povrchová cesta) prodloužila na požadovaných 6 mm (obr. 12 b).

Není-li přepážka mezi primárním a sekundárním vinutím dokonale spojena s kostrou a může-li být mezi nimi spára, je zapotřebí tuto spáru buď dokonale zalít izolační zalévací hmotou (která však musí dobře a trvale přilnout jak ke kostře, tak k přepážce, nesmí se odloupnout), nebo spáru musíme překrýt izolační fólií, která vytváří požadovanou délku povrchové cesty a navíc zabraňuje možnému přesunutí uvolněného vodiče a tak případnému propojení primárního a sekundárního vinutí (obr. 12c). Izolační fólie, kterou vložíme komůrky kostry, musí být dostatečně poddajná, aby v ohybech nepopraskala nebo se neroztřela. Vhodným materiálem je teflon, který však není běžně k dispozici. Pro transformátory pracující při teplotách do 80 °C lze použít i pásek z PVC. Nevhodné jsou proklady olejový papír nebo plátno, jejichž okraje jsou nastříhány, aby se při navinutí přizpůsobily tvaru kostry. Tato úprava sice zabrání sklouznutí vodiče, ale nezajistí potřebné

povrchové cesty a transformátor se musí podrobit zkouškám elektrické pevnosti.

Transformátory s primárním a sekundárním vinutím v oddělených komůrkách kostry mají větší rozptylový tok než transformátory s koncentrickým vinutím. To může způsobovat nežádoucí jevy, jako např. zmenšení odstupu u zesilovačů, rozmazání stopy u televizorů nebo osciloskopů, ale též vibrace krytu, je-li zhotoven z ocelového plechu. Proto je výhodnější navrhout transformátor s vinutími uspořádanými koncentricky. Také v tomto případě musí být zajištěna zesílená izolace mezi primárním vinutím, sekundárním vinutím a jádrem tak, jak bylo uvedeno v předchozím případě. Zesílená izolace mezi vinutími musí být sestavena nejméně ze tří vrstev, z nichž kombinace libovolných dvou musí vydržet bez průrazu přiložení zkušebního efektivního napětí 3000 V (vrcholová hodnota 4240 V). Mimo to musí být zajištěno, aby se nemohl přesunout libovolný vodič z jednoho vinutí k druhému a to ani v případě, že dojde k přerušení krajního závitu nebo přívodu k vinutí.

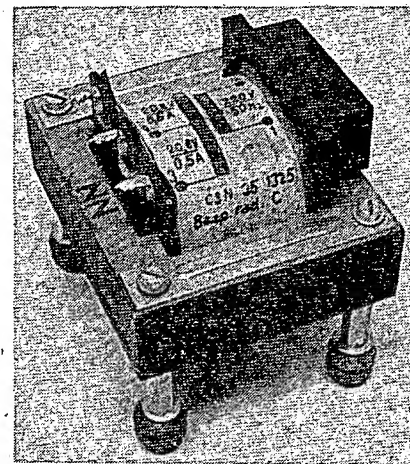
Příklady možného uspořádání takových vinutí jsou na obr. 12d a e. V prvním případě, vhodném pro velké transformátory, je vinutí samonosné a mezi čely kostry a vinutím je ponechána mezera 3 mm. Prokládavé izolace, a především izolace mezi primárním a sekundárním vinutím, složená minimálně ze tří závitů, vyplňuje plnou šířku kostry. To znamená, že izolační vrstvy přesahují vinutí o 3 mm. Tím je zajištěna povrchová cesta mezi primárním a sekundárním vinutím o 6 mm. Čelo kostry v tomto případě chrání přečnívající izolaci před poškozením. Vzniklou mezery mezi čely kostry a vinutím lze vyplnit vhodnou izolační zalévací hmotou.

Tento způsob vinutí transformátorů je velice pracný a bez náročného vybavení se dá těžko dosáhnout dobrého výsledku. Je ještě další způsob, jak lze splnit požadavky na izolaci mezi primárním a sekundárním stranou transformátoru. Vinutí je rozloženo po celé šířce kostry a izolace mezi primárním vinutím a sekundárním vinutím je vytvořena opět alespoň třemi závitů vhodné izolační fólie uložené až těsně k čelům kostry. Proti sesmeknutí vodičů zajistíme vinutí uložením poddajné fólie, která po navinutí překryje spáru mezi izolačními vložkami a čelem, jak je zřejmé z obr. 12e.

U koncentrického vinutí je vhodné umísťovat primární vinutí blíže k jádru (jako spodní vinutí), neboť v tom případě odpadají problémy s izolací mezi vrchním vinutím a jádrem, jestliže je jádro spojeno s přístupnými částmi. Používáme-li sklá-

danou kostru, je zapotřebí nejprve navinout izolační vrstvu na prázdnou kostru, aby se překryly spáry vzniklé po složení kostry (na obr. 12c označena C). I pro tento účel je vhodné použít poddajnou fólii, která se přizpůsobí tvaru kostry. Na rozdíl od dělené kostry lze umístit u koncentrického provedení vývody na libovolnou stranu kostry. Jen je třeba dbát na správnou izolaci vývodů proti jádru, a to i v případě, je-li na transformátoru použita svorkovnice. Jestliže je u transformátoru mezi primárním a sekundárním vinutím umístěna stínící fólie, je samozřejmé, že na ni se vztahují všechny požadavky na izolaci jako na vinutí.

To, co bylo doposud uvedeno o konstrukci transformátorů pro přístroje třídy II, platí v poněkud zmírněné formě i pro transformátory přístrojů třídy I. Zde se mění požadavek na izolaci mezi primárním vinutím, sekundárním vinutím a jádrem z izolace zesílené na izolaci základní. Obvykle proto stačí, když vinutí jsou koncentrická, krajní vodiče vinutí musí však být zajištěny před sesmeknutím do prostoru druhého vinutí. Izolační vrstva mezi primárním a sekundárním cívkou koncentrického vinutí se musí skládat alespoň ze dvou závitů, každý závit musí představovat pracovní izolaci a musí bez průrazu snést přiložené zkušební efektivní napětí 1500 V (vrcholová hodnota 2120 V). Transformátor pro přístroje bezpečnostní třídy I musí mít mezi primárním a sekundárním vinutím vodivou ochrannou fólii spojenou s ochrannou svorkou. Je-li stínící fólie několik, musí být jedna z nich spojena s ochrannou svorkou. To je velmi důležité, neboť právě tato fólie zabraňuje možnému spojení primárního a sekundárního vinutí. Fólie nesmí tvořit závit nakrátko.



Obr. 13. Ukázka provedení síťového transformátoru



Profesionální výrobci mohou konstruovat transformátory ještě dalším způsobem, který připouští nedodržení předepsaných povrchových cest a vzdušných vzdáleností uvnitř transformátoru. Takové transformátory však musí být podrobeny zvláštním zkouškám, jejichž stručný popis je v odstavci Zkoušky transformátorů. Příklad profesionálně zhotoveného transformátoru je na obr. 13.

Všechny výše uvedené požadavky na izolaci vinutí síťových transformátorů platí v plné míře i pro jiné transformátory než síťové (budící, oddělovací, vstupní apod.) a dále analogicky pro vinutí indukčních motorů, motor-transformátorů, relé, tlumičů vychylovacích cívek atd., jestliže se jedná o izolaci mezi vinutím spojeným s živými částmi a přístupnými částmi, nebo naopak mezi vinutím spojeným s přístupnými částmi a částmi živými.

Složitější situace je u vysokonapěťových transformátorů a násobičů napětí a jiných vn dilů pracujících s vrcholovou hodnotou napětí přesahující 4 kV. Tyto součástky musí být konstruovány a vyrobeny tak, aby nemohly být příčinou požárů přístroje nebo jeho okolí. Zda tomuto požadavku vyhovují, se ověřuje zkouškou plamenem, která pro amatérské podmínky není aplikovatelná, protože přímo poškozuje vyrobené díly.

Co z uvedeného vyplývá pro konstrukci amatérských vn dilů? V prvé řadě to je velice pečlivý výběr materiálů pro kostry vn transformátorů a nosné desky vn násobičů. Stejně uvážlivě musíme vybírat zalévací hmoty pro tyto díly. Obojí se musí vyznačovat jednak dobrými izolačními vlastnostmi, malou navlhavostí, dobrou odolností proti teplu a dostatečnou odolností proti hoření. V druhé řadě je zapotřebí i při konstrukci vn dilů dbát všech zásad pro ochranu osob před úrazem elektrickým proudem a dodržovat minimální vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty. Doporučuje se všechny tyto díly umísťovat do uzavřených kovových pouzder opatřených větracími otvory a tato pouzdra spolehlivě uzemnit, je-li to možné, a opatřit vhodnými výstražnými nápisy a symboly (viz tab. 2).

Pro vedení vysokého napětí lze používat pouze kabely pro tyto účely určené. Nedoporučujeme žádné amatérské experimentování, které může skončit tragicky. Všechny vysokonapěťové kabely mají být též zkoušeny na hořlavost podobně jako vn transformátory a navíc jejich izolace musí být zkoušena na elektrickou odolnost, přičemž zkušební napětí musí být vyšší než provozní napětí.

## Transformátory zesilovače

Pro výrobu transformátorů v našem příkladu byla použita lepená kostra, která nemá žádné spáry. Po navinutí primárního vinutí byly navinuty tři vrstvy olejového plátna a na něj páska z teflonu pro zajištění dostatečně dlouhé povrchové cesty. Potom bylo navinuto sekundární vinutí a nakonec opět tři vrstvy olejového plátna tloušťky 0,1 mm jako vrchní izolace. Primární vinutí bylo po každé druhé vrstvě prokládáno jedním závitem prokládavého papíru tloušťky 0,06 mm. Místo teflonové fólie je použitelná též páska novoplast, používaná v silnoproudé elektrotechnice. Ta však zmenší tepelnou odolnost izolační vrstvy asi na 100 °C. Na vinutí byly použity dráty CuU Izoleť, jejichž

třída teplotní odolnosti je E (do 120 °C) a snadno je lze pájet bez odstraňování izolace. Pro navíjení velkých transformátorů, při němž je vyžadováno větší napínání vodiče, však nejsou tyto dráty vhodné, protože mají menší odolnost proti mechanickému namáhání. Pro tyto případy jsou výhodnější dráty CuT s tereftalátovou izolací nebo CuE s epoxidovou izolací.

Na proklady i na izolaci mezi primárním a sekundárním vinutím by byly výhodnější fólie PET, které mají mnohem lepší parametry, ale nejsou běžně dostupné; stejně jako teflonové fólie pro vyložení kostry transformátoru. Páska Novoplast zmenšuje teplotní odolnost vinutí přibližně na třídu Y. Proto by zesilovač nemohl pracovat dlouhodobě při zvýšené teplotě okolí, kdy by teplota transformátoru mohla překročit 90 °C. Pro běžné malé síťové transformátory je vyžadována teplotní třída A. U popsáného transformátoru tomuto požadavku vyhovují všechny materiály.

Na vyložení kostry se nedoporučuje používat lepicí pásy z PVC (Izolepa), protože mají malou teplotní odolnost (60 až 70 °C) a lepidlo, jímž jsou opatřeny, narušuje některé druhy izolace drátů používaných na vinutí transformátorů. Na nejvrchnější vrstvu je pro fixaci vinutí vhodná textilní lepicí páska (kobercová). Jako izolaci ji však použít nelze, protože má malé průrazné napětí a je navlhavá.

Vývody primárního vinutí jsou vyvedeny na nýtky na čele kostry. Nýtky jsou odizolovány vložkou z lakovaného papíru (prešpánu) od sousedního vinutí. Vývody primárního vinutí jsou na jednom čele, vývody sekundárního na druhém čele a rovněž jsou odizolovány lakovaným papírem. Přívody jsou zhotoveny dvoúlníkovou YH 2 x 0,35 mm<sup>2</sup>, navlečené do izolační trubičky z PVC, která zajišťuje přídavnou izolaci.

U transformátoru není stínicí fólie, ale pokud bychom ji chtěli použít, pak by musela být navinuta na vyložení měkkou fólií pod sekundárním vinutím a od sekun-

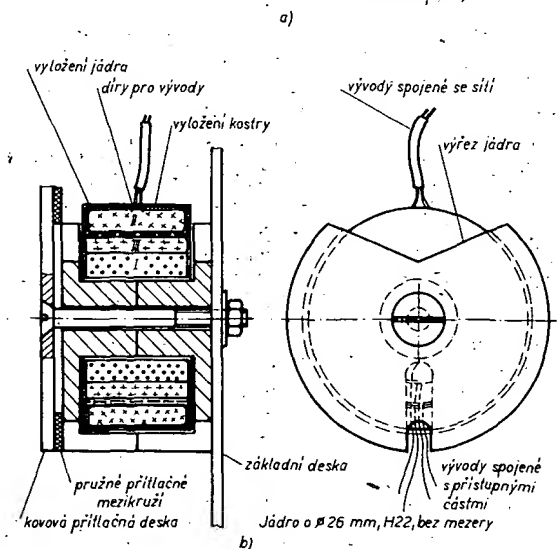
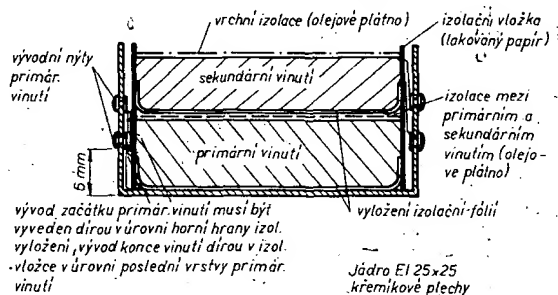
dárního vinutí musí být odizolována dalšími alespoň dvěma závitů prokládavého papíru nebo olejového plátna. POZOR! Stínicí fólie nesmí tvořit závit nakrátko, její konce se nesmějí vzájemně dotýkat! Uspořádání vinutí na kostře je nejlépe patrné z obr. 14a.

Podobným způsobem je zhotoven též impulsní transformátor Tr<sub>2</sub>. Vinutí II je opět izolováno teflonovou fólií a touto fólií je rovněž vyložen obvod uvnitř jádra. Aby se prodloužila povrchová cesta mezi vývody vinutí II a hrníčkovým jádrem, je jádro vyříznut diamantovou pilkou výřez tvaru širokého V.

Zvláštní pozornost zasluhuje izolace vinutí II, které je na rozdíl od síťového transformátoru umístěno navrchu na vinutích I a III. Vzhledem k malým rozměrům cívk je výhodné použít na izolaci mezi vinutím I izolační podélně rozříznutou trubičku z PVC. Po nahřátí „infralampou“ lze tuto izolační vložku vytvarovat do potřebného tvaru a po navinutí vinutí II přečnívající částí překrýt vrchní vinutí (opět po nahřátí). Vývody z vinutí II jsou zhotoveny lankem LT 0,14 ze středu vinutí a oba vodiče jsou ještě navlečeny do izolační trubičky PVC. Podrobnosti jsou patrné z obr. 14b.

## Připojné místa

Při volbě typu konektoru, přívody nebo zásuvky musíme dbát na to, aby nebyla možná záměna připojných míst, zvláště u připojných míst, nesoucích nebezpečné napětí. Nesmí být možné zasunout vidlici pro připojení antény, uzemnění nebo obrazového či zvukového měniče do síťové přívody nebo do připojného místa s nebezpečným napětím označeným symbolem č. 2 z tab. 2, a to ani jedním kolíkem. Tyto požadavky splňují běžné tří až pětikolíkové konektory užívané jako signálové vstupní nebo propojovací u elektroakustických zařízení. Rovněž dvoupólové vidlice a objímky určené pro



Obr. 14. Provedení cívek transformátorů z příkladu; a) síťový transformátor, b) impulsní transformátor.

připojení antény a uzemnění u rozhlasových a televizních přijímačů.

Jisté nebezpečí nastává při kombinaci síťových zásuvek pro napájení dalších přístrojů a symetrických konektorů (tzv. jack), které bývají v poslední době často u sluchátek nebo mikrofonů. V takovém případě je vhodné opatřit vnější připojné místa s nebezpečným napětím ještě ochranným krytem, aby bylo možné připojit přívod k tomuto připojnému místu pouze při dokonalé vizuální kontrole a nikoli pouze podle hmatu, jak se to často děje, je-li obojí umístěno na zadní straně přístroje, nebo symetrické konektory pro sluchátka či mikrofon umístit na přední panel přístroje, což je navíc ještě velmi praktické. Z uvedených důvodů je např. nepřijatelné používat na připojné místa pro vnější reproduktory běžné zdíčky, což často bývá u zesilovačů větších výkonů, kde běžné reproduktorové konektory by byly přenašeným výkonem přetěžovány. V tomto případě je možnost záměny se síťovou zásuvkou evidentní.

Uvedené zásady se týkaly hlavně domácích audiovizuálních přístrojů. Poněkud jiná situace je u přístrojů měřicích a jiných, konstruovaných pro vlastní potřeby radioamatéra. U těchto přístrojů a zařízení je někdy velmi obtížné vybrat vhodný typ konektoru tak, aby vyhovoval po stránce funkční. Protože sortiment nabízený na našem trhu není příliš bohatý, je velmi pravděpodobné, že některé druhy součástek mohou být použity atypicky. Přesto je však žádoucí, aby byly i v tomto případě dodrženy obecné zásady uvedené v předchozí části.

Je-li přístroj vybaven síťovými zásuvkami pro připojení dalších přístrojů, řídí se typ použité zásuvky bezpečnostní třídou přístroje. Zásuvky vestavěné v přístroji třídy I musí být opatřeny kolíkem spolehlivě spojeným s ochranným kontaktem síťové vidlice nebo přívodky, určeném k bezpečnému spojení ochranné svorky přístroje s ochranným vodičem sítě. K přístroji třídy II je dovoleno připojovat přístroje třídy I i II.

Jsou-li síťové zásuvky vestavěny v přístroji třídy II, musí být konstruovány tak, aby dovolovaly připojit pouze přístroje třídy II. Tyto zásuvky nesmějí být opatřeny ochranným kolíkem a jejich tvar musí znemožňovat připojení přístrojů třídy I.

Někdy jsou přístroje navrženy na jiné napájecí napětí než je běžné síťové, tj. 220 V, 50 Hz, popř. 380 V, 50 Hz nebo též 120 V, 50 Hz. Bývá to 12 V, 24 V, 48 V, 50 Hz, stejnosměrné napětí 12 V, 24 V a jiné. V takových případech nesmí být pro připojení k napájecímu rozvodu použita vidlice a zásuvka určená pro síťové napětí. Pro tyto účely jsou vyráběny speciální zásuvky a vidlice, jejichž záměna se síťovými je vyloučena.

Přehled vyráběných síťových i nízkonapětových zásuvek a vidlic je v příloze A.

Malé nebo takové přístroje, které se často nepřemísťují, se s výhodou opatřují vnějším pohyblivým přívodem, což je přívodní šňůra, jedním koncem pevně připojená k přístroji, jejíž druhý konec je opatřen síťovou vidlicí. Při připojování vnějšího pohyblivého přívodu v přístroji se musí dát pozor na to, aby žádný z přívodních vodičů nebyl pájen přímo do desky s plošnými spoji. Vždy musí být použit vhodný propojovací člen, jako např. šroubová svorka, pájecí oko, pájecí kolík apod. U přístrojů s dvoupólovým síťovým spínačem je výhodné oba vodiče pohyblivého přívodu připojit přímo na svorky spínače nebo ke spínači a pojistkovému držáku. U přístrojů I. třídy ještě ochranný vodič (musí být žlutozelený) připojíme nejlépe na kostru přístroje nebo jiné vhodné

místo např. pomocí šroubové svorky nebo pájecího oka.

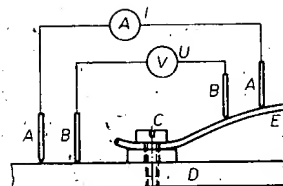
U přístrojů a zařízení určených pro pevnou montáž připojujeme síťový přívod zásadně prostřednictvím síťových šroubových svorek. Tyto svorky musí umožňovat spolehlivé připojení vodiče bez nutnosti jeho zvláštních úprav (propájení konce, připevnění kabelového oka, vytváření oka apod.). Kontaktní tlak svorky musí být dostatečný, ale nesmí se porušit připojovací vodiče. Konstrukce svorek musí též zaručovat, že při uvolnění jednoho drátku z připojeného kabelu nemůže dojít k jeho propojení s přístupnými kovovými částmi.

To se ověřuje tak, že se z pramene kabelu nesoucího nebezpečné napětí uvolní jeden drátek v délce 8 mm. Uvolněný drátek se pak ohýbá ve všech směrech a zkouší se, zda nemůže dojít k nežádoucímu spojení. Při zkoušce se drátek neohýbá kolem přepážek. Je-li nebezpečí, že by se drátek mohl spojit s kovovou kostrou, na níž je svorka připevněna, doporučuje se svorku podložit dostatečně velkou izolační podložkou. Svorky musí být upevněny k podložce tak, aby se nemohly uvolnit při utahování nebo povolování svorek.

Uvedeným požadavkům dosti dobře vyhovují rozšířené lámací svorkovnice (viz příloha A). K jejich upevnění použijeme zásadně alespoň dva šrouby a je-li svorkovnice připevněna na vidovou podložku, pak je ještě pod svorky třeba umístit izolační podložku, přesahující okraj svorek alespoň o 5 mm ve směru připojovaných kabelů. Z těchto svorek nikdy nevyjímáme páskové vložky, které chrání připojované vodiče před poškozením. Uvědomme si, že u promáčkutého drátu nebo kabelu je mnohem větší pravděpodobnost, že se ulomí nebo alespoň uvolní část jeho vodiče.

Místo šroubových svorek se mohou též používat pájecí lišty nebo připojovací vývody jiných součástek (spínačů, pojistkových držáků) nebo pájecí špičky upevněné na desku s plošnými spoji. Vždy však musíme dodržet zásadu, že místa připojení všech vodičů síťového přívodu (včetně případného ochranného vodiče) musí být blízko sebe.

Zvláštní místo mezi svorkami zaujímají ochranné svorky. Tyto svorky jsou určeny k připojení ochranného vodiče u přístrojů třídy I a proto je u nich vyžadována zvětšená spolehlivost. Ochranná svorka musí být umístěna vždy v blízkosti přívodních svorek nebo musí být součástí síťové přívodky. Musí být alespoň tak robustní, jako jsou síťové svorky a pro připojení vodiče se musí použít stejný nástroj jako u fázových svorek. Materiál ochranné svorky nesmí podléhat ani korozi vyvolané vzdušnou vlhkostí, ani korozi vyvolané stykem kovu svorky a měděného vodiče. Nejvhodnějším materiálem je mosaz. Kontaktní plochy musí být kovově čisté a musí zaručovat dostatečně malý přechodový odpor. Pro jeho zjištění zavedeme mezi ochrannou svorku a každou přístupnou část proud 10 A ze zdroje 6 V, 50 Hz s příslušným vnitřním odporem. Mezi ochrannou svorkou a přístupnou částí změříme úbytek napětí a vypočteme přechodový odpor. Ten musí být menší než 0,5 Ω. Při měření musíme dát pozor, abychom do velikosti přechodového odporu nezahrnuli i přechodový odpor míst připojení zdroje měřicího proudu k vodiči upevněnému v ochranné svorce a ke kostře. Uspořádání pro měření je (schematicky) na obr. 15.



Obr. 15. Měření přechodového odporu ochranné svorky; A – proudové svorky, B – napětové svorky, C – měřená ochranná svorka, D – přístupná část, E – ochranný vodič jmenovitého průřezu, I – zdroj proudu 10 A, V – voltmetr; přechodový odpor se vypočítá ze vztahu  $R_p = 0,1 U [Ω; V]$ , kde U je úbytek napětí, změřený voltmetrem. Body připojení proudových svorek musí být od měřené ochranné svorky vzdálenější než body připojení napětových svorek B

## Připojné místa zesilovače

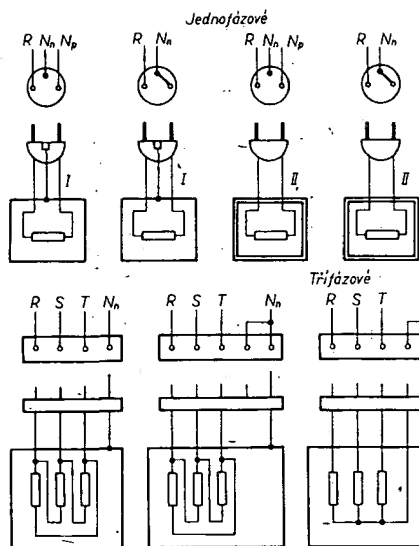
Na navrhovaném zesilovači bude celkem sedm připojných míst. Čtyři vstupní konektory pro připojení gramofonu, magnetofonu, tuneru a pro univerzální vstup, dále dva výstupní pro připojení vnějších reproduktorů a jeden výstupní pro připojení sluchátek. Všechny konektory mimo sluchátkové jsou umístěny na zadní stěně přístroje a budou použity běžné pětikolíkované (vstupní) typu 6AF 280.10 a reproduktorové typu 6AF 282.30. Sluchátkový konektor je dovozní, symetrický, průměru 6,3 mm. Žádný pol uvedených konektorů nebude připojen k nebezpečnému napětí a nebude spojen se sítí. Proto není třeba žádný z konektorů označit symbolem č. 2 z tab. 2.

## Pohyblivé přívody

Bezpečný provoz přístrojů je do značné míry dán správným způsobem připojení k síti. Je-li připojení realizováno pohyblivým přívodem, musíme pamatovat vždy na to, že u přístrojů bezpečnostní třídy I musí přívod obsahovat též spolehlivý spoj ochranné svorky přístroje s ochranným vodičem sítě. Pouze u jednofázových přístrojů bezpečnostní třídy II toto propojení není. To znamená, že jednofázové přístroje třídy II mají přívodní šňůru dvouzilovou, jednofázové přístroje třídy I vždy třížilovou s ochranným žlutozeleným vodičem. Třífázové přístroje jsou obvykle konstruovány ve třídě I. Potom při zapojení zátěže do trojúhelníka je přívod čtyřžilový a při zapojení do hvězdy pětizhilový. Ochranný vodič pohyblivého přívodu musí být vždy spojen s ochranným kontaktem vidlice a ochrannou svorkou přístroje. Způsoby připojení pohyblivých přívodů jsou schematicky znázorněny na obr. 16.

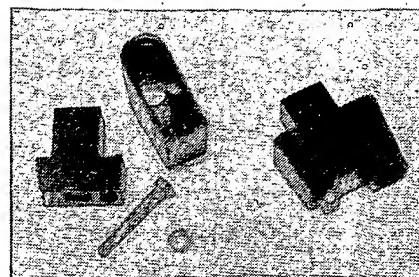
Na vnější pohyblivé přívody je vhodné používat vyráběné typy, jejichž přehled je uveden v příloze A. Na kabely pohyblivých přívodů jsou kladeny přísné požadavky a zkoušky, ověřující jejich splnění, není účelné realizovat v amatérských podmínkách.

Při výběru vnějšího pohyblivého přívodu musíme určit též vhodný průřez vodičů. Řídíme se přitom pravidlem, že průřez vodičů musí být takový, aby při zkratu přívodu v místech připojení k přístroji vypnula pojistka elektrického rozvodu dříve, než se šňůra přehřeje. Podobně



Obr. 16. Schematické znázornění připojení přístrojů k síti prostřednictvím pohyblivého přívodu; R, S, T – jistěné fázové přívody, N<sub>p</sub> – pracovní nulovací vodič, N<sub>n</sub> – ochranný nulovací vodič

1), na přechodnou dobu; do zavedení výroby pětipólových zásuvek



Obr. 17. Upevňovací zařízení TESLA Litovel

šňůry určené pro spojení s jiným současně používaným přístrojem musí mít takový průřez, aby oteplení izolace během normálního provozu bylo zanedbatelné. Prakticky to znamená, že u měděných a hliníkových vodičů s jakoukoli izolací nesmí před vypnutím pojistky vlivem přetížení překročit teplota jader 120 °C. Při zkratu nesmí být před vypnutím pojistky překročena teplota 200 °C pro vodiče a kabely s pryžovou izolací a 150 °C při termoplastické izolaci. Z toho vyplývá, že volba průřezu síťové přírodní šňůry je závislá nejen na příkonu spotřebiče, ale též na délce přívodu, tepelné odolnosti jeho izolace, jmenovitém proudu použité vidlice a jmenovitém proudu pojistky příslušného rozvodu. Protože takové určování průřezu je složité a málo přesné, doporučuje se volba podle tab. 6.

Podle jmenovitého proudu přístroje musí být též vybrána příslušná dimenzovaná vidlice, zásuvka, případně přívodka a nástrčka.

Při montáži pohyblivého přívodu nebo šňůry do vidlice či nástrčky musí být vodiče připojeny tak, aby při vytržení šňůry byl jako poslední přerušen ochranný vodič.

Proudy a průřezy uvedené v tabulce platí pro šňůry volně položené. Je-li šňůra navinuta na bubnu nebo svinuta, musí být volen průřez alespoň o jeden stupeň větší. Vnější pohyblivé přívody musí být vhodným způsobem mechanicky upevněny v přístroji. Upevňovací zařízení musí zajišťovat kabel před vytržením, před vtlačením do přístroje, před kroucením a před poškozením kabelu při montáži a při provozu. Toto upevňovací zařízení musí být zhotoveno z tepelně odolného izolantu nebo musí být kovové, pokryté nesnímatelnou izolační vrstvou (nikoli pryžovou).

Tab. 6. Volba průřezu vnějšího pohyblivého přívodu s délkou do 50 m

Jmen. proud přístroje [A]		Průřez vodiče Cu [mm <sup>2</sup> ]		Jmen. proud předřaz. pojistky [A]	
od	do	min.	max.	min. Ø vod.	max. Ø vod.
–	2	0,35	0,5	6	6
2	6	0,5	0,75	6	10
6	10	0,75	1,0	10	10
10	16	1	2,5	10	25

vou) a jeho konstrukční provedení nesmí způsobovat poškození upevněného kabelu. Kovové upevňovací zařízení se připojí pouze v tom případě, kdy se při porušení izolace kabelu v místě upevnění nemohou přístupné části přístroje stát živými. To znamená, že upevňovací zařízení jako celek musí být odděleno alespoň pracovní izolací od přístupných částí. Uvázání motouzem nebo uvázání přívodu ke konstrukci a nebo jeho zauzlování není dovoleno.

Na našem trhu se žádné upevňovací zařízení nevyskytuje. Všichni výrobci si je proto zhotovují pro vlastní potřebu a často je řeší jako nedílnou část přístroje. Velmi dobrý příklad upevňovacího zařízení, které používá v některých gramofonech TESLA Litovel, je na obr. 17.

V amatérských podmínkách jsme nuceni si vhodnou součástku sami navrhnout a zhotovit. Příklad jednoduché konstrukce je uveden v příloze E.

Vhodnost konstrukce upevňovacího zařízení se zkouší následujícím způsobem. Vnější pohyblivý přívod se připojí k přístroji běžným způsobem. Poté se zkouší, zda nejde kabel zasunout do přístroje, dále se kabel napne a udělá se na něm značka v místě, kde vstupuje do přístroje. Za kabel pak 100× krát zatáhne silou 40 N vždy po 1 s, ale nesmíme jím trhat. Ihned potom kroutime kabelem po dobu 1 minuty momentem 0,25 Nm. Během zkoušek se nesmí kabel posunout více než o 2 mm, měřeno při tahu za kabel, a konce kabelu na svorkách nesmějí pozorovatelně měnit svou polohu. Na izolaci kabelu nesmí být patrné poškození, způsobené upevňovacím zařízením.

Prochází-li kabel do přístroje dírou v plechové stěně, je vhodné vložit do této díry izolační průchodku, která zabrání odírání izolace kabelu o ostré hrany stěny. Nejčastěji se pro tento účel používají pryžové průchodky, ale můžeme je nahradit i speciálně zhotovenými vložkami ze silonu, texgumoidu či novoduru. Mohou být buď samostatně uloženy do díry anebo mohou být součástí upevňovacího zařízení. U kovových stěn větší tloušťky obvykle nemůžeme vyrábět pryžové průchodky použít a proto je musíme zhotovit. U stěn z izolačního materiálu stačí zaoblit hrany díry tak, aby se nepoškodila izolace kabelu.

Ke zlepšení mechanické ochrany, ale i ke zlepšení izolace mezi kabelem a kovovou skříní lze na kabel navléci izolační trubičku (bužírku). Tu lze použít i v tom případě, kdy rozvod síťového napětí v přístroji II. třídy je z vodičů s malým zkušeb-

ním napětím (pouze pracovní izolace). Navlečením izolační trubičky na tyto vodiče zlepšíme jejich izolaci na dvojitou. U holých vodičů může navlečená izolační trubička sloužit jako pracovní izolace.

Pro tento účel jsou nejvhodnější izolační trubičky z PVC, které jsou vyráběny v bohatém sortimentu průměrů i barev. Požaduje-li se u izolační trubičky odolnost proti vysokým teplotám je vhodné použít trubičky ze silikonového kaučuku. Ty snášejí teploty do 180 °C. Jejich nevýhodou je menší mechanická pevnost v porovnání s trubičkami z PVC. Pro teploty asi do 105 °C lze použít izolační trubičky z lakovaného hedvábí. Přehled dalších typů vyráběných izolačních trubiček je uveden v příloze A.

Zhotovujeme-li vnější pohyblivý přívod nebo když jej zapojujeme do přístroje, musíme dbát na to, že na určité funkce můžeme použít pouze správně označené vodiče. Jak již bylo dříve řečeno, na ochranný vodič musí být použit vždy vodič s izolací označenou žlutými a zelenými pruhy. Vodič s takovou barvou izolace nesmí být použit na nic jiného. Fázové vodiče se značí černou nebo hnědou barvou izolace. Střední vodič u vícefázových soustav má světle modrou barvu izolace. Tyto barvy je třeba dodržet i tehdy, je-li síťové napětí vedeno mnohažilovým sdělovacím kabelem. V tom případě nesmí být pro jiné účely než pro vedení síťového proudu použity vodiče s izolací hnědou, černou, světlemodrou a žlutou/zelenou. Uvedené barvy izolace je nutné dodržet i při propojování jednotlivých prvků uvnitř přístroje. U stejnosměrných rozvodů je vhodné pro kladný pól použít kabel červený, pro záporný tmavě modrý a pro střední světle modrý, nebo zelený. Barvy pro stejnosměrné rozvody v přístrojích však nejsou normou předepsány.

U některých kabelů nejsou jednotlivé žíly barevně rozlišeny. Je to např. kabel CYH 3 × 0,35 (tzv. trojlinka), který má tři vodiče vedle sebe a u všech je izolace bílé barvy. V takovém případě je obvykle jeden z vodičů označen výstupkem nebo větším odstupem od ostatních. A právě takto označený vodič musí být použit jako ochranný (ve funkci žluto-zeleného vodiče).

### Síťový přívod zesilovače

Přístroj opatříme vnějším pohyblivým přívodem, protože síťová přívodka by zabírala na zadní stěně neúměrně velkou plochu. Na přívod použijeme šňůru typu FLEXO LYS 2 × 0,5 mm<sup>2</sup> se zalísovanou dvoupólovou vidlicí. Šňůra je dvojitě izolovaná a vyhovuje pro přístroje II. bezpečnostní třídy.

Šňůra je v přístroji uchycena upevňovacím zařízením zhotoveným z texgumoidu podle přílohy E. Vodiče šňůry jsou připojeny na vývodní špičky hlavního síťového spínače.

Díra v zadní stěně, kterou prochází přírodní šňůra, je vyložena pryžovou průchodkou.

## Pojistky, voliče napětí, kontrolky

Každý přístroj je zapotřebí vhodným způsobem jistit. K tomu účelu se používají jednak síťové pojistky nebo jističe, které chrání určitou část síťového rozvodu až po svorky přístroje, a jednak přístrojové pojistky, které chrání vlastní přístroj. Nejčastěji se používají trubičkové pojistkové vložky o  $\varnothing 5 \times 20$  mm vkládané do vhodných držáků. Trubičkových pojistkových vložek je vyráběno několik druhů lišících se svými vypínacími charakteristikami a od každého druhu celá řada s různými jmenovitými proudy, aby bylo možno pro každý případ použít pojistku co nejpřesněji.

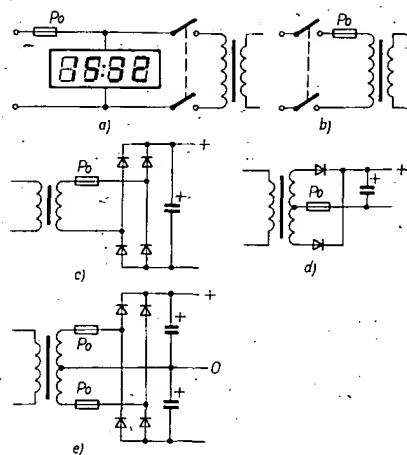
Pro správnou volbu pojistky mohou posloužit tabulky uvedené v příloze A. Přístrojové pojistkové trubičkové vložky jako i ostatní tavné pojistky jsou součástí velice choulolistivé na technologii výroby a na použité materiály. Proto není dovoleno je opravovat nahrazením přepáleného tavného článku jiným, protože tavné články (drátky, pásky apod.) jsou zhotovovány ze speciálního materiálu a jedině s ním lze dodržet předepsané vypínací charakteristiky. Ze stejného důvodu se jako pojistka nesmí používat tenký drátek, volně vpájený mezi dva pájecí body.

V některých zahraničních přístrojích se můžeme setkat s pojistkovými rezistory. Tyto rezistory mají zvláštní konstrukci. Při přetížení se přeruší odporová dráha, ale rezistor se nemůže vznítit a nerozstříkne se roztažením materiálu odporové dráhy nebo přívodu. Tyto rezistory se nesmějí nahrazovat jiným typem, protože by bylo vyřazeno jističní navazujícího obvodu.

Pro větší jističní výkony mají pojistkové rezistory odporovou dráhu využítu jen jako topné tělísko, které při nadměrném zahřátí roztaví tepelnou pojistku, která uvolní pružný kontakt, jenž odskočí a přeruší kontakt. Pojistkové rezistory tohoto typu se vyrábějí i u nás (viz příloha A).

V některých zvláštních případech potřebujeme chránit určitý obvod nebo součástku před nadměrnou teplotou. Pro tyto účely jsou určeny tepelné pojistky. Jsou to prvky složené z tavného článku a pružiny a umísťují se do místa, v němž potřebujeme sledovat, zda se nepřehřívá. Tavný článek je spájen pájkou s nízkým bodem tání (Woodovým kovem), která se při zvýšení teploty roztaví a pružina článek přeruší. Dříve se tyto pojistky často používaly u síťových transformátorů. V dnešní době, kdy se na vinutí transformátorů i na jejich kostry používají materiály s větší tepelnou odolností, pozbývají v této aplikaci tepelné pojistky svůj význam, ale na druhé straně jimi můžeme výhodně chránit např. výkonové polovodičové součástky v nízkofrekvenčních zesilovačích, napájecích zdrojích apod.

Zatímco pojistkové rezistory i tepelné pojistky bývají přímo zapájeny do obvodů, trubičkové přístrojové pojistkové vložky se vkládají do vhodných držáků. Je to proto, aby si i uživatel nebo obsluha přístroje mohli sami nahradit přerušenu pojistku novou. Je-li pravděpodobnost přerušení pojistky větší, (např. u výkonových zesilovačů, laboratorních napájecích zdrojů, nabíječů akumulátorů apod.), je vhodné, aby pojistkový držák byl přístupný bez snímání krytu přístroje. Je-li pravděpodobnost přerušení pojistky malá (obvykle u přístrojů, u nichž nemůže dojít k přetížení), pak může být pojistka umístěna pod krytem přístroje. V tomto případě může být použit tzv. otevřený držák, který svoje kontakty nemá kryty. Pojistku lze v tomto držáku vyměňovat pouze tehdy, není-li přístroj připojen k síti. Vypnout síťový spínač nestačí, protože ten může

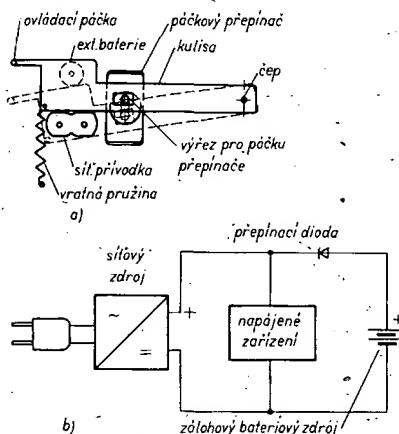


Obr. 18. Příklady zapojení pojistek; a) síťový spínač je jistič a vypíná jen přístroj, hodiny zůstávají v činnosti a jsou též jističny, b) síťový spínač není jistič, c) jističní můstkový usměrňovač, d) jističní dvojcestný usměrňovač, e) jističní symetrický můstkový usměrňovač

být zapojen až za pojistkou. Kryt přístroje musí být v tomto případě opatřen vhodným výstražným nápisem. Uzavřené držáky pojistek se mohou umísťovat na povrch přístroje a musí být konstruovány tak, aby při výměně pojistkové vložky nemohlo dojít k úrazu elektrickým proudem. Vyráběné typy jsou uvedeny v příloze A.

V blízkosti pojistkového držáku nebo na něm musí být uveden jmenovitý proud pojistky a symbol její charakteristiky (rychlá – F, pomalá – T, normální – M nebo bez označení). Při zapojování pojistek do obvodu musíme dát pozor na to, aby pojistky nebyly zapojeny paralelně. Pokud je to možné, tak pojistku vřazujeme do obvodu střídavého proudu, protože při stejnosměrném proudu se rychle zmenšuje vypínací schopnost pojistek vlivem vznikajícího oblouku při přerušování tavného článku. Příklady vhodného umístění pojistek v obvodech napájecího zdroje jsou na obr. 18. Pozor! Nikdy nesmíme vřadit pojistku do ochranného přívodu u přístrojů I. třídy!

Pro některé zvláštní případy vyžadujeme u přístrojů přepínání síťového obvodu na různá síťová napětí. Bývá to obvykle u přístrojů servisních, u nichž je potřeba počítat s ještě se vyskytujícími síťovými napětími 120 V. U profesionálních výrobků to je navíc z důvodů exportu. Pro toto přepínání jsou vyráběny speciální přepi-



Obr. 19. Příklady přepínání druhu proudu; a) mechanickým páčkovým přepínačem, b) samočinné přepínání záložního zdroje pro případ výpadku sítě

nače zvané voliče napětí. Přepnutí nesmí nastat náhodně nebo neúmyslně a proto pro tento účel nelze použít běžný páčkový či tlačítkový přepínač. Nejlepší je, lze-li přepínač přepnout pouze nástrojem. Připouští se též nastavení několika ručními úkony.

Častějším případem však asi bude přepínání druhu proudu mezi střídavým a stejnosměrným. Je to časté u přenosných radiomagnetofonů, které bývají konstruovány na síťový a bateriový provoz. U nich je přepínání obvykle zajišťováno přepínacími kontakty na síťové přívodce. Pokud taková přívodka není k dispozici, lze zhotovit vyhovující volič druhu proudu z páčkového přepínače, jehož páčka je spojena s posuvným víčkem, které podle přepnutí zakrývá na jedné straně síťovou přívodku a na druhé straně konektor pro vnější bateriové napájení, anebo zapíná provoz z vnitřních baterií. Přitom poloha, při níž je zakryta síťová přívodka, je stabilní, v druhé je přepínač udržován tím, že víčko se opírá o zasunutou zástrčku (obr. 19a).

Přepínač druhu provozu s bateriovým nebo síťovým napájením lze realizovat též elektronicky (obr. 19b). V tom případě musí být k dispozici poněkud větší napětí ze síťového zdroje než je napětí baterií a druh provozu přepíná dioda, přes níž je přiváděno napájecí napětí z baterií. Tento obvod vypíná baterie při zapojení síťového zdroje a uplatňuje se především u zálohovacích akumulátorových zdrojů, např. u pamětí RAM rozhlasových přijímačů, časovačů, emulátorů aj.

Audiovizuální, měřicí a jiné přístroje obvykle obsahují různé indikační prvky. Pro tyto účely jsou používány žárovky, doutnavky anebo světelné diody. Tyto indikační prvky se pak umísťují do vhodného pouzdra nebo držáku a společně tvoří kontrolku. Pro úvahy o bezpečnosti provedení přístroje jsou důležité kontrolky zapnutí sítě nebo kontrolky indikující přítomnost nebezpečného napětí uvnitř přístroje nebo na některém z jeho přípojných míst. Ovšem nás bude na tomto místě zajímat pouze ten případ, kdy je kontrolka vodivě spojena se sítí nebo jiným nebezpečným napětím. Jestliže je napětí přiváděné na kontrolku a napětí kteréhokoli vývodu kontrolky proti kostře (přístupným částem) bezpečné, pak se nemusí provádět zvláštní opatření pro zajištění bezpečného provozu.

Kontrolky vodivě spojené se síťovým obvodem nebo jiným nebezpečným napětím musí splňovat veškeré požadavky z hlediska bezpečnosti. Kontakty objímek kontrolky musí mít předepsané povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti od částí přístupných, jsou-li upevněny na vodivém panelu. Musí též vyhovovat zkoušce elektrické pevnosti. Jejich průsvitný kryt nesmí přechýlnout více než o 5 mm před rovinu předního panelu anebo jejich přístupný povrch musí být menší než 1 cm<sup>2</sup>. V opačném případě by bylo nutno podrobit stínítko zkoušce zkušebním kládívkem. Vzhledem ke složitosti tohoto zkušebního zařízení nelze amatérsky uvedenou zkoušku provést.

Na našem trhu není k dispozici příliš velký sortiment vhodných objímek pro indikační prvky a navíc jejich parametry nebývají známy a pro indikátory LED nejsou k dispozici vůbec žádné držáky nebo objímky a bylo by nutné je vyrábět.

Abychom se vyhnuli potížím, spojeným se správnou konstrukcí objímek, snažíme

se vždy o to, aby kontrolka byla připojena na obvod malého napětí, u něhož uvedené problémy odpadají, nebo použijeme vhodnou sériově vyráběnou objímku, o níž víme, že může být připojena na nebezpečné napětí.

### Jištění a signalizace

Zesilovač je opatřen jednou tavnou pojistkou, která chrání síťový obvod, usměrňovač a startovací obvod. Vnitřní elektronické obvody jsou chráněny elektronickou pojistkou, která je součástí stabilizátoru napájecího napětí. Z důvodu úspory místa na zadní stěně přístroje je távná pojistka umístěna uvnitř na desce s plošnými spoji, společně se startovacím obvodem. Skleněná trubičková vložka je vsazena do držáků mechanicky připevněných k desce a připájených ke spojům. Pod pojistkou je na štítku uveden údaj proudu a charakteristika pojistkové vložky (M 0,4 A/250 V).

Všechny použité indikační světelné diody jsou připojeny pouze k obvodům odděleným od sítě a to i kontrolky „zapnuto“ a „připraveno“ (obr. 10), a proto nemusí mít přidavnou izolaci zajišťující ochranu při dotyku.

### Konstrukční požadavky

Při návrhu našeho zařízení musíme respektovat též některé požadavky na konstrukci, abychom mohli již předem vyloučit nebo alespoň maximálně omezit případné ohrožení bezpečnosti obsluhující osoby. Znamená to např. zvolit takové krytí, aby se obsluha zamezila dotknout se přímo živých částí. Proto veškeré otvory v krytu musí být tak malé a tak umístěné, aby po přiložení zkušebního prstu (obr. 6) k libovolnému otvoru zůstala mezi jeho špičkou a libovolnou živou částí přístroje alespoň základní izolace. Je přitom lhostejno, zda je izolace tvořena izolačním materiálem nebo vzduchovou mezerou určenou podle přímky A na obr. 3.

Dále musí být udělány takové konstrukční úpravy, aby se nemohl samovolně přemístit uvolněný živý vodič, čímž by se překlenuly nebo zmenšily předepsané vzdušné vzdálenosti nebo povrchové cesty. Zamezit uvedenému jevu lze několika způsoby. Nejjednodušší a nejspolehlivější je upevnit vodiče vhodnou objímku k základnímu izolantu. To však vždy není možné, a proto se vychází z předpokladu, že ze dvou či několika živých vodičů se může uvolnit jen jeden. Pak stačí, když budou všechny vodiče mechanicky navzájem vázány. Toho lze dosáhnout např. navléknutím bužírky nebo kroužků z bužírky těsně na všechny vodiče, nebo se vodiče ovinou izolační páskou, popř. je navzájem zkroutíme. Z tohoto hlediska jsou výhodné dvoulinky nebo trojlinky CYH a pro obvody nespojené se sítí též páskové vodiče PNLV. V tomto případě můžeme jednotlivé vodiče od sebe oddělovat jen v nezbytně nutném délce. Pro jednotlivé vodiče lze ještě použít ovinutí vodiče kolem pájecího oka nebo kolíku po jeho připájení, nebo u desek s plošnými spoji provlečením vodiče těsným otvorem, popř. jeho zahnutím po provlečení otvorem nebo pájecím očkem. Tyto způsoby nejsou vhodné tehdy, mohl-li by se ulomit vodič blízko pájení místa vlivem vibrací. Příklady zajištění vodičů proti

uvolnění a samovolnému přemístění jsou uvedeny na obr. 5.

Další požadavky jsou kladeny na šroubové spoje a to zvláště na takové, které přenášejí kontaktní tlak a zajišťují i elektrické spojení. Takové šrouby se musí šroubovat do kovové matice nebo kovové vložky. Do kovového závitu se musí šroubovat též takové šrouby, u nichž se dá předpokládat, že se budou často uvolňovat a utahovat. Jsou to např. šrouby vnějších přípojných míst, šrouby upevňující kryty, šrouby rukojetí, knoflíků apod. Ostatní šrouby se mohou šroubovat do závitu v izolačním materiálu. Šrouby často šroubované do nekovového materiálu, které zajišťují bezpečnost přístroje (např. šrouby upevňující kryt nad síťovou částí) musí mít zároveň navedení do závitu např. dlouhým vedením šroubu nebo zapuštěním v matici.

Pokud by délky šroubů upevňujících kryt mohly mít vliv na bezpečnost provedení (tzn. zhoršila-li by se při větší délce šroubů vzdušná vzdálenost mezi živými a přístupnými částmi), musí být tyto šrouby zajištěny proti vypadnutí po sejmutí krytu.

V síťových obvodech musí být kontaktní tlak přenášen vždy kovem nebo karamikou. Vodičové díly navzájem trvale spojené, jejichž spojem protéká proud větší než 0,5 A, musí mít šrouby zajištěny proti uvolnění.

Jestliže jsou kryty upevněny jiným způsobem než šrouby, musí být toto zařízení dostatečně mechanicky pevné a musí být jasně vyznačena zajištěná a odjištěná poloha, která se nesmí samovolně měnit. Všechny ovládací prvky, knoflíky, tlačítka, rukojeti, držáky, musí být upevněny tak, aby se při jejich běžném používání nemohla zhoršit ochrana před úrazem elektrickým proudem. To je zvláště důležité, mohou-li být hřídele ovládacích prvků „živé“ (např. u přístrojů bez síťového transformátoru).

Tab. 7. Zásady správného návrhu přístroje

Charakteristika	
1. Žádné přístupné části nesmějí být živé nebo se jimi stát a to ani tehdy, když na ně působíme silou při maximální provozní teplotě	
2. Podle prostředí, v němž bude přístroj pracovat, je nutné zvolit jeho správné krytí a provedení skříně	
3. Je třeba udělat taková konstrukční opatření, aby v žádném místě přístroje nebyla překročena dovolená teplota pro toto místo	
4. Je třeba správně dimenzovat izolační povlaky a přepážky a používat vhodné materiály. Nepoužívat materiály hygroskopické (navlhavé, nasáklivé), lak, elox, smalt apod., především ne na izolaci mezi živými a přístupnými částmi	
5. Povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti je třeba volit minimálně tak, aby odpovídaly údajům, zjištěným z grafů v obr. 3 pro příslušnou izolaci	
6. Přístroj je nutné navrhovat celý vždy v jedné bezpečnostní třídě. U bezpečnostní třídy I zajistit spolehlivé propojení kostry a vodičového krytu s ochranným vodičem sítě. U bezpečnostní třídy II zajistit dvojitou nebo zesílenou izolaci mezi živými a přístupnými částmi. U bezpečnostní třídy III zajistit, aby se v přístroji nevyskytovalo větší napětí než malé bezpečné napětí, a aby byl přístroj napájen též z malého bezpečného napětí	
7. Konstrukce síťového transformátoru včetně jeho vývodů musí odpovídat bezpečnostní třídě přístroje	
8. Mezi částí živé a přístupné připojovat pouze ty typy součástek, u nichž to je výrobcem výslovně dovoleno (bezpečnostní kondenzátory Y)	
9. V obvodech nesoucích nebezpečné napětí používat pouze součástky určené pro tyto obvody. Vyhýbat se vlastním konstrukcím a používat sériově vyráběné a zkušební součástky	
10. Mechanickou konstrukci volit tak robustní, aby se nemohla zhoršit ochrana před nebezpečným dotykem vlivem dlouhodobého provozu, nadměrnou teplotou nebo pohyblivými se částmi. Všechny mechanické spoje správně dimenzovat	

Rozměrnější přístroje, zvláště stojanové, hmotnější než 20 kg, musí mít též dobrou mechanickou stabilitu. Každý takový přístroj musí být stabilní, i když je postaven v libovolném směru na ploše skloněné o 10° vzhledem k vodorovné rovině a to i v případě, že je opatřen nožkami. Přístroj nesmí mít tendenci k převrnutí ani tehdy, když jej postavíme na vodorovnou neklouzavou podložku. a na jeho výstupy (knoflíky, víčka, páčky, rukojeti, držadla apod.) tlačíme svislým směrem silou 100 N.

Pro konstrukci skříní, zadních krytů, dolních krytů a jiných částí u přístrojů, v nichž se vyskytuje vysoké napětí (např. televizory, obrazovkové monitory, osciloskopy), musí být použito materiálů neshodně hořlavých, nehořlavých nebo kovových. Izolační materiály používané pro tyto účely musí vyhovět zkoušce odolnosti proti ohni, která je pro amatérské podmínky bezvýznamná, protože vyžaduje vybavení, které není při radioamatérské činnosti běžné. Stejným způsobem se mají zkoušet i desky s plošnými spoji pro vysokonapětové obvody. V obou případech budeme odkázáni na omezený sortiment materiálů, které se nám podaří sehnat. Raději se proto vyhneme konstrukcím kritických částí krytu z termoplastů a dáme přednost kovu.

Závěrem této části zrekapitulujeme získané poznatky a ty nejdůležitější sestavíme do přehledné tabulky (tab. 7), v níž je vlastně stručný výťah jednotlivých článků této kapitoly. Toto „desatero“ tak může být vodítkem při skutečném navrhování vašich přístrojů.

### Mechanické provedení

Konstrukce přístroje je robustní a je tvořena základnou a krytem. Základna je ohnuta z ocelového plechu do tvaru U a představuje přední subpanel, dno



přístroje a zadní stěnu. Víko je rovněž z ocelového plechu ohnutého do tvaru U a představuje horní stěnu, levou a pravou bočnici. V přední části je do víka vlepěn přední panel s tlačítky a indikačními diodami. Propojení s přístrojem zajišťuje po nasazení krytu nožový konektor. Desky s elektronickými obvody včetně výkonových zesilovačů s chladičem, transformátor a filtrační kondenzátory jsou upevněny na základně.

Všechny vodiče nesoucí síťové napětí mají dvojitou izolaci nebo jsou navlečeny do izolačních trubiček. Před uvolněním z dřevě desce jsou vodiče zajištěny zahnutím a teprve potom jsou připojeny (obr. 5c a 5g). Konce síťové přívodní šňůry jsou připojeny přímo na špičky páčkového síťového spínače a před zapájením jsou ovinuty kolem špiček.

Větrací díry o  $\varnothing 4$  mm jsou v základně pod síťovým transformátorem a pod startovacím obvodem, ve víku pak v řadě poblíž chladiče. Umístění i velikost děr zajišťuje krytí IP 20 a vyhoví i podmínce, že při vsunutí kovového kolíku o  $\varnothing 4$  mm nenastane nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Knoflíky ovládacích potenciometrů jsou zhotoveny z textumoidu a proti pootočení jsou zajištěny pružnou vložkou mezi knoflíkem a hřídelem potenciometru. Nožky přístroje jsou rovněž z textumoidu a mají vlepenou pryžovou vložku zlepšující tření (i jako ochranu proti odření nábytku, na němž zesilovač bude postaven).

Skříň přístroje je velmi plochá a má proto dokonalou mechanickou stabilitu. Umístění nejtěžšího prvku – síťového transformátoru – do středu skříně zaručuje i vyváženost přístroje při přenášení.

## Zkoušky přístroje

Pro ověření správnosti konstrukce, výběru použitých součástek i technologických postupů se dělá na přístrojích celá řada zkoušek. Některé z těchto zkoušek jsou buď náročné na vybavení zkušebního pracoviště anebo takové, že mohou zhotovený přístroj poškodit – jsou vhodné pouze pro profesionální výrobce, kteří jimi ověřují svoje sériové výrobky. Pro amatérské účely byly ze souboru zkoušek vybrány jednak takové, které jsou tak důležité, že je vhodné se s nimi seznámit, a jednak takové, které mohou být realizovány i v amatérských podmínkách.

### Zjišťování přístupných míst

Přístupná místa se zjišťují článkovaným nebo nečlánkovaným zkušebním prstem, jímž se dotýkáme celého povrchu přístroje včetně spodní stěny a prostorů pod sňatelnými kryty. Zkouší se celý povrch

přístroje a všechny otvory a prostory kolem nich. Pro tuto zkoušku přitiskneme k izolačním částem krytu vodivou fólii (např. hliníkovou). Dotyk zkušebního prstu s vodivou přístupnou částí se indikuje zkoušečkou s napětím 40 V, připojenou mezi zkušební prst a předpokládanou vodivou přístupnou část nebo vodivou fólii. Rozměry nečlánkovaného zkušebního prstu byly uvedeny na obr. 6, článkovaný má stejné rozměry, ale navíc dva otočné klouby (viz např. ČSN 36 7000).

Tímto způsobem můžeme určit všechny přístupné části. Ověření, zda tyto části nejsou nebo se nemohou stát při dotyku „živými“, se ověřuje tak, že stejně jako v předchozím případě se dotýkáme celého povrchu přístroje, otvorů v krytu a prostoru kolem nich. V případě pochybnosti můžeme na zkušební prst přitlačit silou až 50 N – elektrickou zkoušečku však připojíme mezi zkušební prst a živé části, nacházející se pod zkoušenými místy.

Takto lze přístroje zkoušet i v amatérských podmínkách. Výroba nečlánkovaného zkušebního prstu podle obr. 6 je jednoduchá a výroba článkovaného prstu má smysl jen pro větší kolektivy.

### Zjišťování živých míst

Považovat síťové vodiče a jiné díly s nimi spojené za živé je samozřejmé. Poněkud méně jasná je však situace u částí, které jsou se sítí spojeny nepřímo, nebo u částí sice nespojených sítí, ale na nichž se vyskytuje napětí vyšší než je bezpečné. V takových případech zjišťujeme, zda zkoušená část nebo přípojně místo je živé měřením unikajícího proudu.

Mezi dvěma libovolnými částmi přístroje nebo mezi libovolnými dvěma přípojnými místy změříme velikost unikajícího proudu a určíme velikost náboje. Stejně postupujeme při zjišťování unikajícího proudu mezi libovolnou částí nebo vnějším přípojným místem a libovolným vodičem napájecího zdroje. Takto předepisuje měření norma. Je pochopitelné, že jedna z oněch libovolných částí je ta, u níž zjišťujeme, zda je živá. Druhou libovolnou částí by měla být ta část přístroje, která je spojena s přístupnými částmi. Je vhodné měřit postupně proti oběma vodičům sítě (fázovému a nulovému). Z bezpečnostních důvodů je při tomto měření přístroj připojen k síti přes oddělovací transformátor. Uspořádání přístrojů při měření je schematicky znázorněno na obr. 20. Při měření nábojů se těsně před měřením přístroj vypne, jeden napájecí vodič se však musí ponechat propojený. Potom se měří zbytkový náboj mezi zkoumanou částí a zemí.

Zkoumaná část nebo vnější přípojně místo přístroje bezpečnostní třídy II není živé, jestliže

- z přípojných míst pro anténu a uzemnění přes neindukční rezistor 2 k $\Omega$  střídavý proud nebude větší než 0,7 mA (vrcholová hodnota) nebo stejnosměrný proud větší než 2 mA a náboj na přípojných místech pro anténu nebude větší než 4,5  $\mu$ C;
- z ostatních přípojných míst nebo částí při měření přes neindukční rezistor 50 k $\Omega$  nebude střídavý proud větší než 0,7 mA (vrcholová hodnota) nebo stejnosměrný proud větší než 2 mA. Při vrcholové hodnotě střídavého napětí od 34 V do 450 V nesmí být připojená kapacita větší než 0,1  $\mu$ F, při vrcholové hodnotě střídavého napětí od 450 V do 15 kV nesmí být náboj větší než 45  $\mu$ C a při vrcholové hodnotě napětí větší než 15 kV nesmí být energie výboje větší než 350 mJ. Zde uváděná napětí jsou napětí, jež nesou živé části přístroje.

Má-li střídavé napětí kmitočet vyšší než 1 kHz, pak se může přípustný proud zvětšit podle vztahu

$$I_p = 0,7f \quad [\text{mA}; \text{kHz}],$$

kde  $I_p$  je přípustný proud při kmitočtu  $f$ ,  
 $f$  příslušný kmitočet.

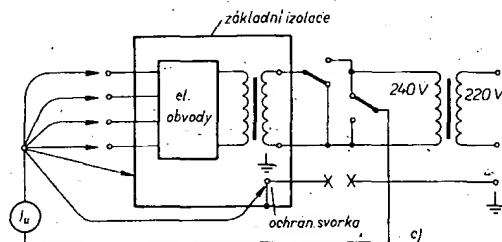
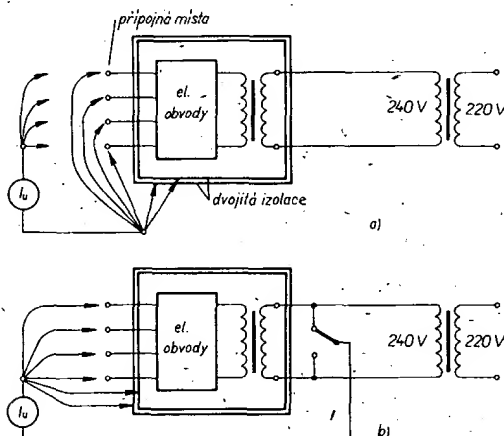
Maximálně se však připouští proud 70 mA.

Pro přístroje do tropického prostředí je naopak nutno vrcholovou hodnotu přípustného střídavého proudu zmenšit na 0,3 mA (pro kmitočty pod 1 kHz).

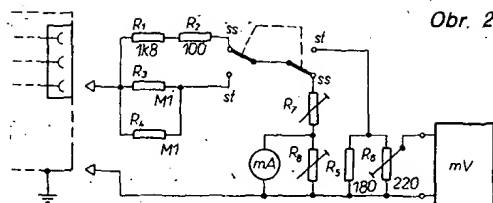
Pro přístroje bezpečnostní třídy I nesmí být napětí přístupných částí nebo funkční zemnicí svorky proti zemnicímu vodiči větší než 42 V při měření voltmetrem s vnitřním odporem 50 k $\Omega$ . Je-li větší, pak vrcholová hodnota unikajícího proudu nebo stejnosměrný proud měřený přes neindukční rezistor 2 k $\Omega$  musí být menší než 5 mA. Možné zvětšení proudu pro vyšší kmitočty až do 70 mA zůstává stejné jako pro přístroje třídy II, velikosti přípustných nábojů se nepředepisují.

Stejně se zkouší přístroj i po způsobení zkušebních poruch. I v tomto případě musí zůstat přístroj bezpečný. To zjistíme opět změřením proudu mezi vnějšími přípojnými místy a zemí, přičemž v případě zkušebních poruch je přípustná vrcholová hodnota proudu 2,8 mA.

Pro tuto zkoušku potřebujeme měřicí rezistory a miliampérmetr, měřicí vrcholovou hodnotu střídavého proudu 1 mA až 100 mA s kmitočtovým rozsahem zhruba v rozsahu nízkofrekvenčního pásma. Lze jej zhotovit jako samostatný jednoúčelový přístroj anebo jako adaptor k běžnému nízkofrekvenčnímu voltmetru – podle obr. 21. Při součástkách uvedených na obrázku budou rozsahy v mV odpovídat rozsahům v mA. Přesné nastavení plně vychylky



Obr. 20. Základní zapojení pro měření unikajícího proudu



Obr. 21. Přípravek k měření unikajícího proudu

ručky umožňuje potenciometr  $R_6$ . K tomuto účelu je vhodnější starší typ milivoltmetru, který měří vrcholovou hodnotu, ale je cejchován v efektivních hodnotách (např. BM 384 nebo BM 494 TESLA).

Pro měření stejnosměrného proudu stačí běžný ručkový přístroj, který může být vestavěn přímo do přípravku (obr. 21) i s nastavovacími rezistory. Rezistorem  $R_3$  se nastaví rozsah miliampérmetru na 3 až 5 mA (podle dělení stupnice) a rezistorem  $R_7$  se doplní celkový odpor paralelní kombinace odporu měřidla a rezistoru  $R_6$  na 100  $\Omega$ .

Při měření střídavého proudu dbáme na to, aby zemní svorka milivoltmetru a tedy i přípravku byla připojována na uzemněnou část přístroje nebo na část přístroje s malou impedancí vůči zemi (kostra, uzemněný kryt nebo ochranný vodič sítě) a zkoušený přístroj připojujeme přes oddělovací transformátor. To je důležité zvláště u síťových milivoltmetrů, pokud nemají tzv. plovoucí vstupní obvod.

Při měření přístrojů II. bezpečnostní třídy postupujeme tak, že nejprve zkoušený přístroj připojíme k síti přes oddělovací transformátor, na jeho sekundárním vinutí je 1,1 násobek jmenovitého síťového napětí (obr. 20a). Přístroj zapneme jako při běžném provozu a necháme ustálit (zahřát) vnitřní obvody. Potom změříme unikající proud mezi kontakty vnějších přípojných míst a to zvláště mezi vstupními a výstupními konektory a mezi vnějšími přípojnými místy a přístupnými částmi. Jsou-li přístupné části nevodivé, obalíme je vodivou fólií.

Dále změříme unikající proud postupně mezi každým pólem sítě užitým při měření (tj. za oddělovacím transformátorem) a přístupnými částmi a mezi každým pó-

lem sítě a kontakty vnějších přípojných míst (obr. 20b).

Přístroje I bezpečnostní třídy připojíme k síti rovněž přes oddělovací transformátor (obr. 20c) se sekundárním napětím rovným 1,1 násobku napětí sítě. Přerušíme spojení ochranné svorky nebo kontaktu s ochranným vodičem sítě a změříme unikající proud stejně jako u přístrojů II. bezpečnostní třídy. Má-li zkoušený přístroj jednopólový síťový spínač, nebo jsou-li kontakty spínače přemostěny kondenzátory, měříme unikající proud i ve vypnutém stavu mezi kontakty vnějších přípojných míst a přístupnými částmi (ochrannou svorkou) a mezi oběma póly sítě užitě pro měření. Během těchto měření musí být přístroj dobře izolován od země i nulovacího ochranného vodiče sítě.

K měření zbytkového náboje, který může zůstat na kontaktech přípojných míst, se používají coulombmetry. To jsou přístroje zcela neběžné obzvláště v radioamatérských dílnách. Pro naše účely bude proto snadnější zjistit kapacitu, která je připojena ke kontaktům zkoumaného vnějšího přípojného místa (tzn. mezi libovolným kontaktem a zemí) a náboj nebo energii náboje vypočítat z takto zjištěné kapacity a největšího napětí, jaké se může vyskytnout v okamžiku vypnutí přístroje na příslušném kontaktu proti zemi. U stejnosměrného napětí to je přímo jeho nejvyšší velikost a u střídavého jeho vrcholová hodnota.

Náboj pak vypočteme ze vztahu

$$Q = CU \quad [\mu C; \mu F, V]$$

a energii náboje ze vztahu

$$W = \frac{1}{2} CU^2 \quad [mJ; nF, kV]$$

Pro další zjednodušení jsou oba vztahy vyneseny pro mezí případy do grafů na obr. 22. Z nich lze snadno zjistit, jaká může být maximální kapacita připojená ke kontaktu vnějšího přípojného místa pro napětí, které se na něm může v okamžiku vypnutí přístroje vyskytnout.

Např. pro vrcholovou hodnotu napětí 1 kV může být připojená kapacita 0,045  $\mu F$  (pro ostatní přípojná místa) nebo při stejnosměrném napětí 26,5 kV může být připojená kapacita nanejvýš 1 nF.

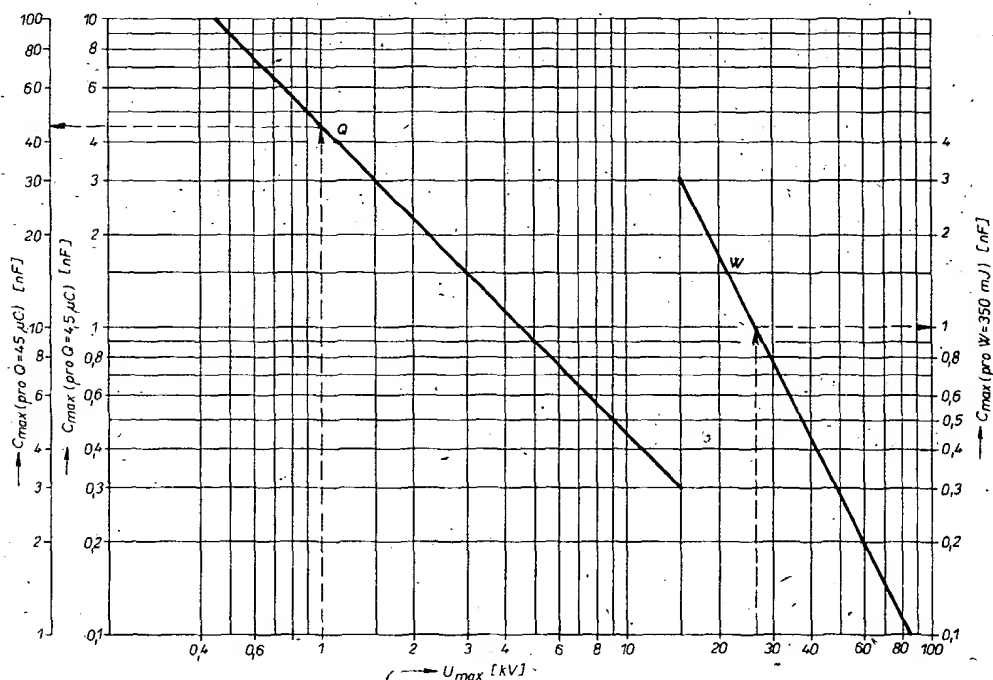
## Zkouška vlhkým teplem

U každého přístroje musíme předpokládat, že může po určitou dobu pracovat pod vlivem vzdušné vlhkosti. To může nastat např. při nepříznivých povětrnostních podmínkách i v běžných obytných místnostech. Zkouškou vlhkým teplem zjišťujeme, zda zhotovený přístroj zůstává i za těchto podmínek bezpečný.

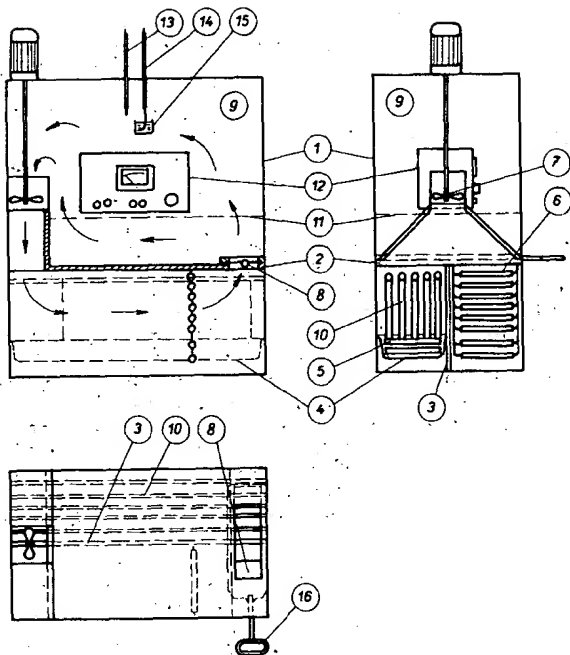
Při zkoušce vlhkým teplem nejprve zkoušený přístroj předehřejeme na teplotu  $T_1$  a potom jej bez krytů a vik snímatelů rukou vložíme do vlhkostní komory s nastavenou teplotou  $T_2$  a relativní vlhkostí vzduchu  $F$  na dobu  $t$ . Doporučené  $T_1, T_2, F$  a  $t$  pro různé druhy přístrojů jsou uvedeny v tab. 8.

Po této zkoušce nesmí být přístroj poškozen z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem. To se ověří provedením zkoušky elektrické odolnosti a izolačního odporu podle dalšího článku.

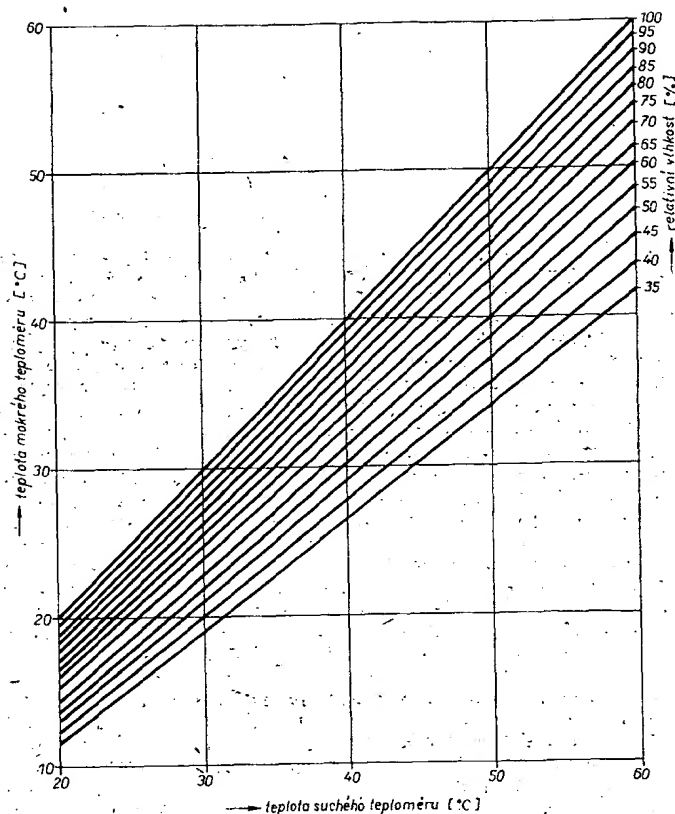
Podmínkou pro úspěšné provedení této zkoušky je zhotovení vlhkostní komory. Tu lze zhotovit z větší bedny nebo z vyřezané skříně, kterou na vnitřní straně vyložíme deskami z pěnového polystyrénu, abychom zamezili tepelným ztrátám. Do skříně 1 (obr. 23) vestavíme zvýšené pevné dno 2 a prostor pod ním rozdělíme přepážkou 3 na dvě části. V jedné bude kovová vana 4 s vodou, opatřená vhodným ohříváním 5 (např. ponorným vařičem nebo jiným bezpečným zařízením), ve druhé bude soustava topných tělísek 6 na ohřívání vzduchu (např. topný drát nebo výkonové smaltované drátové rezistory napájené z napětí 12 V). Proudění



Obr. 22. Grafy k určení maximální přípustné kapacity pro zkoušku zbytkového náboje při určování živých částí



Obr. 23. Příklad uspořádání vlhkostní komory pro zkoušení přístrojů vlhkým teplem; 1 – skříň, 2 – zvýšené pevné dno, 3 – přepážka, 4 – vana s vodou, 5 – ohříváče vody, 6 – ohříváče vzduchu, 7 – ventilátor, 8 – regulační šoupátko, 9 – měřicí prostor, 10 – savé papíry, 11 – rošt, 12 – zkoušený přístroj, 13 – suchý teploměr, 14 – vlhký teploměr, 15 – ovlhčovací nádobka, 16 – rukojeť



Obr. 24. Graf k určení relativní vlhkosti vzduchu z údajů suchého a mokrého teploměru (psychrometru)

Tab. 8. Parametry prostředí pro zkoušku vlhkým teplem

Přístroje	$T_1$ [°C]	$T_2$ [°C]	F [%]	t [dnů]
do tropů, automobilů, venkovního prostředí	40 až 44	40 ± 2	90 až 95	5
ostatní	30 až 34	30 ± 2	90 až 95	2

vzduchu zajistí ventilátor 7, který vhání vzduch na jedné straně pevného zvýšeného dna 2 do obou částí prostoru pod dnem. Tam se část vzduchu v prostoru s vodou vlhčí a část vzduchu v prostoru s topěním ohřívá a suší podle potřeby. Poměr suchého ohřátého vzduchu a zvlhčeného vzduchu lze řídit přesouváním šoupátka 8, opatřeného obdélníkovým otvorem. Teplota a vlhkost vzduchu v měřicím prostoru 9 nad pevným dnem se měří běžným teploměrem a teploměrem ovlhčovaným vodou – tzv. vlhkým teploměrem. Z údajů suchého a vlhkého teploměru lze již podle grafu určit relativní vlhkost vzduchu při dané teplotě (obr. 24).

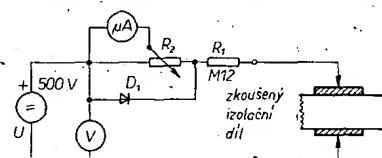
Teplota vody musí být sice zvolena tak, aby se voda odpařovala, ale nesmí být příliš vysoká, aby zbytečně nezvyšovala teplotu vzduchu. Účinnost odpařování vody můžeme zlepšit zavěšením savých papírů 10 částečně ponořených do vody tak, aby vzduch mohl proudit mezi jednotlivými listy. Topení v suché části se zapíná jen tehdy, je-li potřeba radikálně zvýšit teplotu v měřicím prostoru. Schematický náčrtek provedení vlhkostní komory je na obr. 23. Zkoušený přístroj 12 se umísťuje na rošt 11 z kovové nebo dřevěné kulatiny, umístěný alespoň 100 mm nad pevným zvýšeným dnem, aby vzduch mohl proudit kolem celého zkoušeného přístroje.

Tab. 9. Zkoušky elektrické odolnosti a izolačního odporu

Izolace	Izolační odpor [MΩ]	Vrcholová hodnota zkušebního napětí nebo napětí stejnosměrné [V]
1 Mezi póly obvodu přímo spojeného s napájecí sítí	2	$2U + 1410$ V
2 Mezi částmi oddělenými základní nebo přidavnou izolací	2	podle křivky A z obr. 26
3 Mezi částmi oddělenými zesílenou a dvojítlou izolací	4	podle křivky B z obr. 26
U je největší vrcholová hodnota napětí vyskytujícího se v obvodu. Z tab. 9 vyplývá, že např. pro přístroje se síťovým napájecím napětím 220 V budou zkušební napětí:		
	vrcholové	efektivní
– mezi póly sítě	2120 V	1500 V
– základní nebo přidavná izolace	2120 V	1500 V
– zesílená nebo dvojítlá izolace	4240 V	3000 V

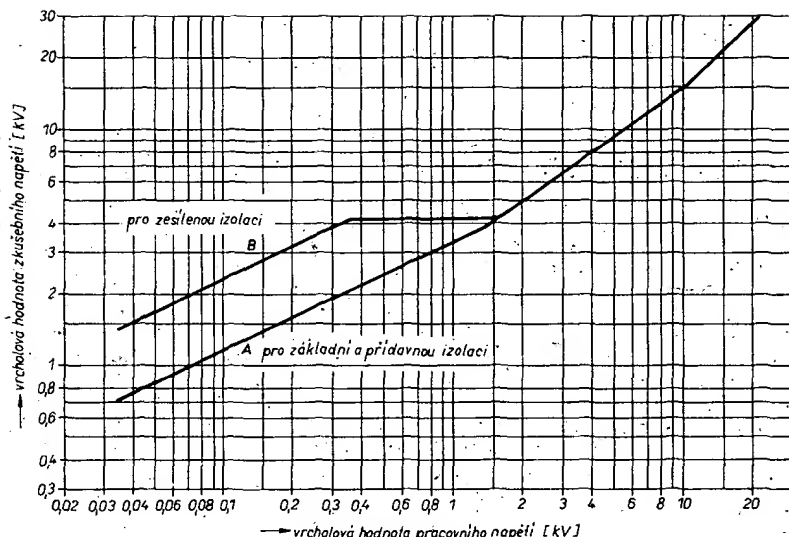
## Zkouška elektrické odolnosti a izolačního odporu

Okamžitě po zkoušce vlhkým teplem podle předchozího článku zkusíme izolaci jednak na izolační odpor stejnosměrným napětím 500 V a jednak na elektrickou odolnost (tab. 9). Pro měření izolačního



Obr. 25. Schéma zapojení přípravku k měření izolačního odporu

odporu můžeme použít např. přístroj Megmet s napětím 500 V anebo zkušební obvod podle obr. 25. Rezistor  $R_1$  chrání zdroj stejnosměrného napětí před zkratem a omezuje zkratový proud asi na 4 mA. Voltmetr V pro kontrolu napětí nemusí být vestavěn, ale může být při měření připojen zvenčí. Mikroampérmetr A je připojen na odbočku proměnného rezistoru  $R_2$ , jímž nastavíme citlivost přípravku tak, aby při připojení rezistoru 4 MΩ byla výchylka ručky přibližně v 1/3 stupnice a při připojení rezistoru 2 MΩ přibližně ve 2/3 stupnice. Dioda  $D_1$  zapojená paralelně k rezistoru  $R_2$  chrání mikroampérmetr před přetížením při zkratu měřicích kabelů. Při měření izolačního odporu musíme dávat pozor na to, aby se nemohly uplatnit parazitní svodové odpory způsobené paralelním připojením součástek, svodovým odporem přes podložku anebo i svodovým odporem uvnitř



Obr. 26. Graf k určení zkušebního napětí

přípravku. Nemáme-li mikroampérmetr oceňovaný v megaohmech, ale v mikroampérech, pak izolační odpor vypočteme z Ohmova zákona (z měřicího napětí a protékajícího proudu).

Při měření elektrické odolnosti jsou izolace zkoušeny stejným druhem napětí, pod jakým pracují (stejnoseměrné nebo střídavé). Zkušební napětí podle tab. 9 se přikládá na 60 s a zjišťuje se, zda nedojde během této doby k průrazu. Zdroj zkušebního napětí musí mít dostatečně velký vnitřní odpor, aby se v případě průrazu nepoškodily okolní části. Jsou-li paralelně ke zkoušené izolaci připojeny bezpečnostní kondenzátory Y, musí být během zkoušky odpojeny. Rovněž je třeba odpojit indukčnosti, které by mohly zkoušku přerušit. Vnější přípojná místa označená symbolem 2 z tab. 2 a síťové zásuvky pro napájení dalších přístrojů se zkoušejí pouze podle prvního řádku v tab. 9.

Pokud má být zkoušena izolace v obvodech pracujících se stejnosměrným napětím, je zkušební napětí rovné vrcholové hodnotě určené z obr. 3. Při zkoušení skříní z izolačního materiálu nebo izolačních povlaků se přitiskne k jejich povrchu po dobu zkoušení vodivá fólie, která představuje přístupná místa. Zkušební napětí se přikládá mezi tuto fólii a živé části umístěné pod izolačním krytem nebo vrstvou. Při zkoušení kabelů a upravených šňůr (Flexo) se ponoří kabel do vody v délce 5 m (nebo kolik je k dispozici), přičemž konce dlouhé 10 cm se nechají nad hladinou. Zkušební napětí podle řádku 2 nebo 3 tab. 9 se přivádí mezi vodičovou žílu kabelu nebo spojené všechny žíly u několikažilových kabelů. U několikažilových kabelů se přivádí též zkušební napětí podle řádku 1 tab. 9 mezi všechny žíly.

Při zkoušení izolačních trubiček nebo průchodek se do zkoušeného dílu vsune těsně kovová tyč příslušného průměru. Izolační trubička se obalí kovovou fólií v délce 10 cm (izolační trubička musí dostatečně přesahovat fólii) a průchodka se vsadí do jmenovité díry v kovové desce. Zkušební napětí podle řádku 2 tab. 9 se přivede mezi kovovou tyč a navinutou fólii, popř. kovovou desku.

Elektrická odolnost a izolační odpor se zkoušejí také po zkouškách mechanické odolnosti, jimiž se zjišťuje odolnost proti pádům, proti vibracím a proti rázům. Tím se ověří, zda přístroj při zkouškách mechanické odolnosti vyhoví.

Pro zkoušení se používají speciálně konstruované regulovatelné zdroje vysokého napětí s indikací průrazu, měřidlem výstupního napětí a vhodným jištěním. Zdroje mají mít dostatečný výkon, aby bylo možno měřit i obvody s připojenými kapacitami. Takto konstruované zdroje jsou však při provozu velmi nebezpečné a proto pro účely radioamatérského zkoušení raději použijeme zdroj malého výkonu s velkým vnitřním odporem a ožehlíme měření obvodů s většími kapacitami. Příklad zapojení přístroje pro zkoušení elektrické odolnosti je na obr. 27. Zdroj proměnného vysokého napětí je tvořen dvěma transformátory. První ( $T_1$ ) je regulační autotransformátor napájený ze sítě 220 V/50 Hz přes hlavní spínač a rozpínací kontakty relé Re. Z běžce  $T_1$  je přiváděno proměnné napětí na primární vinutí oddělovacího transformátoru  $T_2$ . K jeho sekundárnímu vinutí je připojen jednoduchý usměrňovač ( $D_1$  a  $C_1$ ) k získání stejnosměrného zkušebního napětí. Přepínačem  $P_1$  se přepíná druh zkušebního napětí (stejnoseměrné, střídavé). Výstupní ochranné rezistory  $R_1$  a  $R_2$  jsou zařazeny

každý do jednoho měřicího vývodu, aby obě svorky měly dostatečně velký výstupní odpor proti zemi. Proto také část obvodu připojená k sekundární straně oddělovacího transformátoru nesmí být nikde spojena se zemí a naopak musí být od všech uzemněných a přístupných částí dobře izolována.

Zkušební svorky a zkoušené části musí být propojeny pouze vysokonapětovými kabely, jejichž izolace „vydrží“ provozní napětí alespoň takové, jaké je největší nastavitelné zkušební napětí. Rezistory  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_5$  musí být vysokonapětové typy (např. TR 130) a rovněž kondenzátor  $C_1$  musí mít provozní napětí větší, než je největší zkušební napětí (např. TC 621 až 625).

Velikost zkušebního napětí měříme voltmetrem (předřadný rezistor  $R_5$  a ručkové měřidlo M).

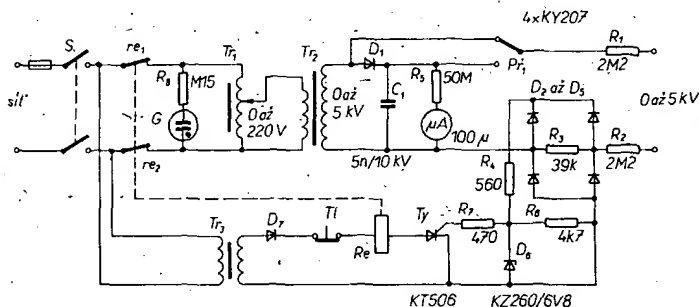
Dojde-li během zkoušky k průrazu, je přístroj ihned automaticky vypnut. To zajišťuje tyristor Ty, v jehož obvodu je zapojeno relé Re, které svými rozpínacími kontakty přeruší proud sítě do zkušebního obvodu. Řídicí signál pro tyristor je získáván jako úbytek napětí na rezistoru  $R_3$  vzniklý průtokem zkratového proudu. V případě zkoušení střídavým proudem je řídicí napětí usměrněno diodovým můstkem  $D_2$  až  $D_5$  a ochranu tyristoru před přepětím obstarává Zenerova dioda  $D_6$ . Při průrazu sepne tyristor Ty a přitáhne relé Re. Tento stav je trvalý. Přístroj lze znovu spustit buď vypnutím a opětovným zapnutím hlavního spínače, nebo do série s relé můžeme zařadit rozpínací tlačítko, kterým rozpojíme obvod tyristoru, relé odpadne a kontakty relé opět připojí napájení pro autotransformátor.

Součástky podle obr. 27 platí pro zkušební napětí nastavitelné v rozmezí 0 až 5 kV, což obvykle stačí pro běžné zkoušení přístrojů I. a II. třídy, pokud neobsahují obvody s napětím vyšším než 2 kV. Velikost zkušebního napětí v závislosti na pracovním napětí určuje z obr. 26. Pro větší zkušební napětí se musí upravit odpory rezistorů  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_5$  a kondenzátoru  $C_1$ . Rozhodneme-li se pro stavbu takového přístroje, musíme mít na paměti, že uvnitř jeho skříně a na měřicích svorkách je nebezpečné vysoké napětí. Tomu musíme přizpůsobit konstrukci, volbu materiálů a pečlivost výroby. Účinky vysokého napětí na měřicích svorkách jsou sice omezeny ochrannými rezistory, ale přesto je nutno při zkoušení pracovat velmi opatrně. Vždy je zapotřebí nejprve připravit zkoušený přístroj nebo součást, společlivě připojit přírodní kabely ke zkoušeným místům, teprve potom zapnout zkušební přístroj a nakonec plynule (asi během 5 s) nastavit plné zkušební napětí. Zkušební doba 60 s se měří od okamžiku dosažení plného zkušebního napětí. Po uplynutí 60 s se opět napětí plynule zmenší na nulu. Dojde-li k průrazu a přístroj vypne, nejprve vrátíme regulátor napětí na nulu a teprve potom můžeme přístroj znovu zapnout. Jestliže chceme opakovat zkoušku elektrické odolnosti na stejných částech dvakrát po sobě, musíme pro druhou zkoušku použít zkušební napětí zmenšené o 20 %.

## Zkoušky izolačních povlaků

Živé nebo přístupné části opatřené izolačními vrstvami nebo povlaky zkoušíme následujícími třemi zkouškami.

Pro ověření stálosti ve zvýšené teplotě se umístí vzorek na 7 dní do prostředí se teplotou 70 °C. Po této době se nesmí izolační vrstva od základního materiálu odlupovat a nesmějí se na ní tvořit nerovnosti (puchýře, záhyby) ani trhliny.



Obr. 27. Přípravek ke zkoušení odolnosti elektrické izolace

Další zkouška ověřuje odolnost izolace proti rázům při snížené teplotě. Vzorek se ochladí na teplotu  $-10^{\circ}\text{C}$  a ponechá se v prostředí s touto teplotou 4 hodiny. Poté se izolace zkouší zkušebním kladivkem. Izolační vrstva nesmí praskat ani se odlupovat. Poslední zkouška zjišťuje odolnost izolace proti prodření ostrým nástrojem. Zkouší se zkušební jehlou, kterou se dělají na povrchu izolace vryp. Jehlu držíme skloněnou ve směru pohybu v úhlu  $80$  až  $85^{\circ}$  k rovině vzorku a táhneme ji rychlostí asi  $20\text{ mm/s}$ . Jehla je ocelová s kaleným hrotem s vrcholovým úhlem  $40^{\circ}$  a poloměrem zaoblení špičky  $0,25 \pm 0,02\text{ mm}$ . Na jehlu se tlačí ve směru její osy silou  $10 \pm 0,5\text{ N}$ . Prodření se kontroluje tak, že se na povrch izolační vrstvy přiloží vodivá fólie a přivede se příslušné zkušební napětí mezi tuto fólii a základní materiál.

První a třetí zkoušku lze amatérskými prostředky s úspěchem zvládnout, ale u druhé zkoušky je obtížné nahradit zkušební kladívko. To je dosti složité mechanické zařízení, které pomocí táhel a pružin vyvolá úder do zkoušeného vzorku s energií  $0,5 \pm 0,05\text{ Nm}$ . Hlavička kladívka je tvořena koulí o  $\varnothing 10\text{ mm}$  z tvrdého polyamidu a má celkovou hmotnost  $250\text{ g}$  (včetně táhla a natahovacího knoflíku). Podrobný popis, údaje o hmotnostech jednotlivých dílů, parametry pružin a nákreš zkušebního kladívka jsou uvedeny např. v ČSN 36 7000.

Velice přibližně lze nahradit zkušební kladívko nástrojem ve tvaru běžného kladívka se zakončením zhotoveným z polyamidu, silonu nebo tvrdého dřeva. Konce, jimiž poklepáváme na zkoušenou izolaci, musí být zakulacené a hmotnost vlastního kladívka musí být  $250\text{ g}$ . Úderý musí být krátké a středně silné.

### Zkoušení kondenzátorů

Tato zkouška platí pro všechny kondenzátory, jejichž odpojení nebo zkrat může způsobit nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Týká se to zejména těch kondenzátorů, které jsou zapojovány mezi částí živé (a to nejen síťové) a částí přístupné.

Uvedené kondenzátory se podrobují zkoušce na počáteční izolační odpor napětím  $500\text{ V}$ . Ten se po dvou minutách nesmí zmenšit pod  $1000\text{ M}\Omega$ . Dále se zkouší napětovými rázy (je popsáno dále). Po padesáti výbojích se nesmí izolační odpor měřeného kondenzátoru zmenšit pod  $500\text{ M}\Omega$ , měřeno za stejných podmínek jako počáteční izolační odpor a měřený kondenzátor musí vydržet bez průrazu po dobu 1 minuty přiložené zkušební napětí síťového kmitočtu o efektivní hodnotě  $2000\text{ V}$ .

Další je zkouška trvanlivosti, při níž se nejprve součástky umístí na  $1500$  hodin do teplotní komory s teplotou  $85^{\circ}\text{C}$  a relativní vlhkostí vzduchu do  $50\%$ . Po celou dobu zkoušky je ke vzorkům připojeno střídavé napětí s efektivní hodnotou  $500\text{ V}$  a vždy po 1 hodině se na  $0,1\text{ s}$  zvětší na  $1000\text{ V}$ . Po této přípravě se nesmí izolační odpor vzorků zmenšit pod  $500\text{ M}\Omega$  při dvouminutovém měření a musí vydržet zkoušku napětím  $2000\text{ V}$  jako v předchozím případě.

Poslední je zkouška vlhkým teplem, při níž se součástky uloží do vlhkostní komory (byla popsána) s teplotou  $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$  a s  $90$  až  $95\%$  relativní vlhkostí vzduchu na dobu 21 dní. Po vyjmutí z komory a po vychladnutí (nejdříve po 1 hodině a nejdéle do 2 hodin) se změří izolační odpor, který nesmí být po dvouminutovém měření napětím  $500\text{ V}$  menší než  $300\text{ M}\Omega$ .

a kondenzátory musí vydržet bez průrazu přiložené efektivní střídavé zkušební napětí  $2000\text{ V}$  po dobu 1 minuty. Podrobnější popis zkoušek je uveden v ČSN 36 7000 z r. 1986.

Pro měření izolačních odporů můžeme použít obvod uvedený na obr. 25, ale musíme místo mikroampérmetru použít galvanoměr anebo jiný velmi citlivý měřič proudu, protože při měření počátečního izolačního odporu protéká měřidlem proud pouze  $0,5\text{ }\mu\text{A}$ . Pro zkoušku přiloženým napětím se užívá např. přístroj podle obr. 27.

### Zkoušky transformátorů a ostatních vinutých součástek

V předešlé kapitole byly uvedeny konstrukční požadavky kladené na transformátory, které zajišťují oddělení živých částí síťových nebo jiných od částí přístupných. Převážně se jedná o transformátory síťové. Při splnění výše uvedených požadavků nepodléhají tyto transformátory povinnosti zkoušení. Jestliže však všechny uvedené požadavky nemůžeme splnit, musíme transformátory zkoušet podle následující metodiky.

Zkouška se má dělat na třech vzorcích, přičemž se sedmkrát opakuje série tří zkušebních cyklů. V prvním cyklu jsou vzorky umístěny v teplotní komoře s teplotou, na níž se ustálí teplota transformátoru po čtyřhodinovém provozu, zvýšenou o  $70^{\circ}\text{C}$ . V této teplotě se vzorky nechají 72 hodin. Oddělovací transformátory jsou během této doby připojeny na střídavé napětí o efektivní hodnotě  $500\text{ V}$ . Toto napětí je přiváděno na zkoušenou izolaci transformátoru např. mezi primární a sekundární vinutí.

Po 24hodinové regeneraci v pokojovém prostředí se vzorek podrobí zkoušce chvěním s parametry:  
doba trvání  $3\text{ min}$ ,  
amplituda  $1,2\text{ mm}$ ,  
kmitočet  $50\text{ Hz}$ ,  
směr vertikální.  
Při této zkoušce je vzorek upevněn ve své pracovní poloze.

V posledním cyklu jsou vzorky umístěny do vlhkostní komory na 48 hodin. Po skončení těchto tří cyklů je ihned každý vzorek oddělovacího transformátoru podroben zkoušce elektrické odolnosti. Zkouší se izolace mezi primárním a sekundárním vinutím, mezi primárním vinutím a jádrem, je-li jádro spojeno s přístupnými částmi, nebo mezi sekundárním vinutím a jádrem, je-li jádro spojeno s živými částmi. Zkouší se podle tab. 9, řádek 2. U ostatních vinutých součástek (odrušovací tlumivky, motory, relé) se zkouší izolace mezi živým vinutím a kovovými díly, spojenými s přístupnými částmi. Po 24 hodinové regeneraci se soubor všech tří cyklů opakuje. Mimo to, že oddělovací transformátory vyhoví při uvedené zkoušce, musí splňovat následující konstrukční požadavky:

- kostra musí být buď jednolitá (lisovaná) beze spár nebo musí být spáry překryty izolační fólií, aby se zamezilo galvanickému spojení mezi primárním a sekundárním vinutím v případě přerušení vodiče,
- u koncentrických vinutí musí být zajištěno, že uvolněný přetřesený vodič nesklouzne do druhého vinutí.

Splní-li transformátor požadavky zkoušky i konstrukce, vyhovuje požadavkům normy a nepodrobuje se již kontrole vnitřních povrchových cest a vzdušných vzdáleností. Oddělovací transformátory musí mimo uvedené zkoušky vyhovět

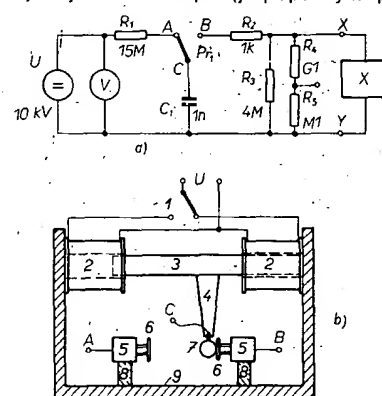
i zkoušce napětovými rázy, uvedené v následujícím článku.

Při zkoušce musíme v praxi nejprve určit teplotu transformátoru v ustáleném stavu. Znamená to zatížit transformátor stejně, jako tomu bude v přístroji, anebo pracuje-li již přístroj, tak jej nechat v normální činnosti 4 hodiny. Předpokládá se, že ustálené teploty bude dosaženo nejdříve po této době. U přístrojů s proměnnou spotřebou se připojí jmenovitá zatěžovací impedance a na vstup se přivede standardní zkušební signál (viz dále) a na výstupu se nastaví buď trvalý výkon nebo  $1/8$  jmenovitého výkonu. Teplotu vinutí nejlépe určíme odporovou metodou podle přílohy D. K takto zjištěné teplotě přičteme  $70^{\circ}\text{C}$  a výslednou teplotu potom udržujeme v teplotní komoře, v níž jsou zkoušeny transformátory v prvním cyklu temperování.

Test chvěním bude zřejmě mimo možnosti většiny radioamatérů, ale v radioklubech by se již vyplatilo konstruovat jednoduchou vibrační stoličku poháněnou např. elektromotorem s excentrem anebo několika systémy výkonových hlubokotónových reproduktorů (třeba s poškozenými membránami) pro zkoušení drobnějších dílů.

### Zkouška napětovými rázy

Zkouška, kterou prověřujeme kvalitu izolačních materiálů, provedení transformátorů i konstrukci přístroje, je zkouška napětovými rázy. Napětovými rázy lze zkoušet všechny izolace mezi částmi živými a částmi přístupnými, izolace mezi primárním a sekundárním vinutím oddělovacích transformátorů, izolace mezi živým vinutím a jádrem nebo sekundárním vinutím a jádrem, je-li jádro spojeno s živými částmi, izolace mezi anténními svorkami a síťovými přívody, izolace mezi anténními svorkami a ostatními kontakty vnějších přípojných míst, izolovaných od živých částí, a spolehlivost a stabilitu parametrů odrušovacích kondenzátorů a rezistorů. Při této zkoušce je sledovaná izolace vystavena padesáti výbojům z kondenzátoru  $1\text{ nF}$  nabitého na napětí  $10\text{ kV}$ . Opakovací kmitočet je  $12$  výbojů za minutu. Po skončení této zkoušky se zjišťuje izolační odpor (již popsaným způ-



Obr. 28. Schéma zapojení obvodu pro zkoušku napětovými rázy (a) a příklad provedení přepínače P (b); 1 – pomocný přepínač, 2 – cívky elektromagnetu, 3 – jádro elektromagnetu, 4 – nosník z izolačního materiálu, 5 – mosazná matice, 6 – diskové nastavitelné elektrody, 7 – mosazná kulička o  $\varnothing 7\text{ mm}$ , 8 – izolační podpěry, 9 – nosná kostra



sobem), který se nesmí zmenšit pod 2 M $\Omega$  při stejnosměrném napětí 500 V (pro kondenzátory byly údaje uvedeny v části Zkoušení kondenzátorů).

Schéma zapojení zkušební obvodu je na obr. 28a. Zdroj napětí 10 kV musí být schopen dodat proud až 1 mA, což odpovídá výkonu 10 W. Rezistory R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> a R<sub>4</sub> musí být vysokonapěťové typy (např. TR 131), pouze R<sub>5</sub> může být běžný typ. Kondenzátor C<sub>1</sub> musí být též vysokonapěťový na provozní napětí alespoň 10 kV (např. TC 625).

Nejkritičtější součástí zkušební obvodu je však přepínač, který přepíná vývody kondenzátoru C<sub>1</sub> jednak ke kontaktu A pro nabíjení a jednak ke kontaktu B, přes nějž se vybíjí do zkoušené izolace. Jedno z možných provedení přepínače, jak je uvádí ČSN 36 7000, je znázorněno schematicky na obr. 28b. Kontakty A a B jsou tvořeny mosaznými maticemi 5, do nichž jsou zašroubovány diskové elektrody 6. Kontakt C představuje mosazná kulička o  $\varnothing$  7 mm, která je zavěšena na nosníku z izolačního materiálu a spolu s ním se může přesouvat od jedné diskové elektrody ke druhé. Pohyb nosníku a kuličky obstarávají dvě cívky elektromagnetu 2 se společným posuvným jádrem 3. Na tomto jádru je upevněn nosník 4. Vzdálenost cívek a délka jádra jsou voleny tak, že zdvih jádra je 15 mm a je omezen dorazy. Otáčením diskových elektrod v maticích 5 se nastaví polohy elektrod tak, aby v obou krajních polohách jádra byl zaručen spolehlivý dotyk kuličky 7 s elektrodami 6. Při přepnutí však nesmí kulička odskakovat. Proud do cívek elektromagnetu je přepínán přepínačem 1, který může být ovládán motorkem nebo elektronickým obvodem. Kondenzátor C<sub>1</sub> je připojen ke kuličce 7 ohebným lankem, na němž je též kulička zavěšena. Matice 5 jsou nesené izolačními podpěrami 8.

Při výrobě tohoto přípravku musíme mít stále na paměti, že uvnitř zařízení a na jeho svorkách je nebezpečně vysoké napětí. Tomu musí být úměrná pečlivost provedení i příslušná bezpečnostní opatření, popsána v tomto článku. Rovněž při práci s hotovým přípravkem je třeba úzkostlivě dbát všech bezpečnostních předpisů, pracovat klidně, bez zbrklosti a zbytečného spěchu.

### Příkon zařízení s proměnlivou spotřebou

Jak bylo uvedeno, doporučuje se vyznačit na přístroji mimo jiné údaje též jeho příkon. Je-li příkon přístroje v ustáleném stavu při normálním provozu konstantní nebo mění-li se maximálně o 15 %, je určení příkonu snadné. Stačí jej změřit wattmetrem anebo změřit proud ze sítě při jmenovitém napětí sítě (v tom případě se udávají voltampéry – VA).

Mění-li se však příkon přístroje vlivem změn signálu nebo zátěže ve větším rozpětí, jedná se již o přístroj s proměnnou spotřebou. V takovém případě měříme příkon při jmenovitém výstupním výkonu na jmenovité výstupní impedanci. To znamená např., že u laboratorního regulovatelného napájecího zdroje měříme příkon při největším nastavitelném napětí a při takové zatěžovací impedanci, která vyvolá maximální (jmenovitý) výstupní proud. Nebo příkon sestavy stolního počítače se

změří tehdy, jsou-li v provozu všechny periférie připojené na společný napájecí zdroj, svítí-li všechny indikační prvky, svítí-li na displejích čísla 8 a pracuje-li počítač normálním způsobem.

Trochu jiná je situace u nízkofrekvenčních výkonových zesilovačů, pracujících ve třídě B a AB. U těchto přístrojů se měří příkon při nastaveném jmenovitém výstupním výkonu na jmenovité zátěži, získaném pomocí standardního zkušební signálu. Toto na první pohled jednoduché měření v sobě skrývá několik záležitostí, které celou situaci značně komplikují. Předně si musíme uvědomit, že většina nízkofrekvenčních zesilovačů není schopna trvale dodávat svůj jmenovitý výkon. Omezení je vyvoláno obvykle třemi činiteli

- výkonem síťového transformátoru;
- velikostí a účinností chladiče,
- dimenzováním filtračních kondenzátorů usměrňovače.

Všechny tyto prvky se obvykle navrhuji s nepříliš velkou rezervou na trvalý výstupní výkon. Proto pro měření příkonu musíme napájecí zdroj zesilovače nahradit externím výkonnějším zdrojem s výstupním napětím rovným napětí vestavěného zdroje (měřeno bez signálu) a s výstupními filtračními kondenzátory dimenzovanými tak, že ani při jmenovitém výstupním výkonu zesilovače se napájecí napětí podstatně nezmění. Má-li i chladič výkonových prvků malou rezervu, pak jej musíme též nahradit nebo rozšířit, popř. použít umělé chlazení (vodou nebo ofukováním). Vždy musíme dbát na to, aby ani při tomto měření se výkonové části zesilovače nepřehřívaly.

K takto připravenému zesilovači připojíme na výstup rezistor se jmenovitým zatěžovacím odporem a na vstup přivedeme standardní zkušební signál. Ten získáme z generátoru bílého šumu, jehož výstupní signál vedeme přes dvojistou dolní propust s časovou konstantou  $\tau_d = 250 \mu s$  a dvojistou horní propust s časovou konstantou  $\tau_h = 5 ms$ . Zapojení, hodnoty i kmitočtová charakteristika propustí byly uvedeny na obr. 2.

Při vlastním měření postupujeme tak, že nejprve upravíme zesilovač a odzkoušíme jeho správnou funkci. Potom k zesilovači připojíme všechny přístroje (wattmetr nebo voltmetr a ampérmetr, zatěžovací rezistory, výstupní voltmetr a zdroj standardního zkušební signálu). Regulátor hlasitosti u zesilovače stáhneme na minimum a zesilovač zapneme. Na zdroji standardního zkušební signálu nastavíme výstupní napětí rovné jmenovitému vstupnímu napětí použitého vstupu zesilovače. Potom regulátorem hlasitosti nastavíme takové výstupní napětí zesilovače, které odpovídá jmenovitému výstupnímu výkonu a rychle přečteme na wattmetru příkon nebo na ampérmetru proud odebíraný ze sítě. Ihned po zjištění tohoto údaje opět signál zmenšíme na nulu a zkontrolujeme oteplení chladiče. U stereoformních zesilovačů se přivádí zkušební signál k oběma kanálům současně nebo se zesilovač přepne na monofonní provoz.

Standardní zkušební signál lze použít též k ověření trvalého výstupního výkonu nízkofrekvenčního zesilovače. Při této zkoušce je zesilovač ve svém normálním provedení (bez výše uvedených úprav) s připojeným zdrojem standardního zkušební signálu a na výstupu se zatěžovacími rezistory jmenovitého odporu. Ovládací prvky zesilovače nastavíme na zatěžovacích rezistorech výstupní výkon, na které jsme při návrhu dimenzovali napájecí obvody zesilovače, výkonové prvky a chladiče. V tomto režimu nechá-

me zesilovač pracovat 4 hodiny a průběžně kontrolujeme oteplení síťového transformátoru, chladičů a ostatních prvků, které se během provozu mohou zahřívát. Jestliže během této doby nejsou překročeny hodnoty oteplení, dané pro jednotlivé díly tab. 5, je navrhovaný trvalý výkon vyhovující. Přehřeje-li se v průběhu 4 hodin některá část zesilovače, jejíž teplota je závislá na výstupním výkonu, musíme ovládacím prvkem zesilovače zmenšit budici signál, a po vychladnutí zesilovače měření opakovat. Přehřeje-li se některá část, jejíž teplota není závislá na výstupním výkonu, musíme ji upravit tak, aby dovolené oteplení překročeno nebylo.

### Doporučený postup při zkoušení amatérských zařízení

Po zhotovení je vždy správné přístroj důkladně přikontrolovat a proměřit. Ze každý měří funkční parametry je celkem samozřejmé, ale důležité jsou i kontrola a přezkoušení z hlediska bezpečnosti obsluhy před úrazem. Přístroj zkoušíme vždy až po úplném dohotovení a oživení, abychom později již do přezkoušeného přístroje nezasahovali.

Nejprve přístroj důkladně prohlédneme a přezkoušíme především podle bodů následující tabulky (tab. 10).

K dalšímu zkoušení již potřebujeme měřicí přístroje nebo speciální zkušební přípravky. Přehled těchto zkoušek a měření je uveden v tab. 11.

Počet a druh zkoušek se bude samozřejmě řídit úrovní vybavení každého radioamatéra nebo radioklubu. Mělo by však být snahou každého, aby mohl zkoušek a měření udělat co nejvíce a s co nejlepším výsledkem.

### Zkoušky přístroje

*Nízkofrekvenční zesilovač podle našeho příkladu byl zhotoven, oživen a funkčně odzkoušen. Nyní pro kontrolu práce přezkoušíme přístroj podle postupu doporučeného v tab. 10 a 11. Nejprve podle bodů tab. 10:*

1. Skříň přístroje je zhotovena z ocelového plechu a je proto nehořlavá a mechanicky dostatečně odolná. Desky s plošnými spoji byly zhotoveny z kuprexitu, který pro daný případ plně vyhovuje. Vyhovující je rovněž texturoid, z něhož je zhotoveno upevňovací zařízení šňůry (viz příloha E). Jiné konstrukční prvky, které kryjí nebo oddělují živé části od přístupných, již přístroj neobsahuje.

Hlavní síťový spínač je páčkový, typ 3336 na provozní napětí 250 V/50 Hz. Zkušební napětí nejsou v katalogu uváděna. Lze však předpokládat, že danému účelu vyhoví. Provozní (funkční) spínání sítě je elektronické podle přílohy B.

• Ostatní díly v obvodech spojených se sítí jsou sériové výroby a jsou pro náš účel použitelné.

2. Přístroj je zhotoven v krytí IP 20. Tomu vyhovují větrací díry o  $\varnothing$  4 mm. I jejich umístění je správné, neboť se pod nimi nenacházejí žádné živé části.

3. Na vnější pohyblivý přívod síťového napětí je použita upravená šňůra FLE-XO LYS 2x 0,5 mm<sup>2</sup>. Tato šňůra vyhovuje jak z hlediska průřezu žil, tak z hlediska izolace. Upevňovací zařízení podle přílohy E je vyhovující a spolehlivě fixuje přívodní šňůru v přístroji.

Tab. 10. Prohlídka a prověření přístroje

Bod	Popis
1	Použití správných materiálů a typů součástek zvláště v obvodech s nebezpečným napětím
2	Krytí, mechanická pevnost, mechanická stabilita, upevnění ovládacích prvků a krytů, utažení šroubů
3	Upevnění živých vodičů a jejich zajištění před uvolněním
4	Správnost a trvanlivost nápisů, značek a symbolů
5	Dodržení velikostí povrchových cest a vzdušných vzdáleností mezi živými a přístupnými částmi

Postup při pracích podle bodů 1 až 5 je podrobně popsán v jednotlivých článcích tohoto čísla AR řady B.

Tab. 11. Zkoušky a změření přístroje

Bod	Popis
1	Prověřit, zda vnější přípojná místa neoznačená znakem nebezpečného napětí nejsou živá, určí se přístupná místa, ověří se, zda nejsou živá změřením unikajícího proudu
2	Přezkoušet oddělovací transformátory neodpovídající požadavkům podle ČSN 36 7000, izolační povlaky a kondenzátory neověřované ve výrobě a zapojené tak, že jejich zkrat může způsobit nebezpečí úrazu elektrickým proudem
3	Provést zkoušku vlhkým teplem (zvláště pro přístroje do terénu a automobilů) a zkoušku elektrické izolace, elektrické odolnosti a napětovými rázy
4	Zjistit oteplení kritických částí – síťového transformátoru, chladiče výkonových prvků, krytu, izolačních materiálů nesoucích části s nebezpečným napětím
5	Určit jmenovitý výstupní výkon, trvalý výstupní výkon a změřit příkon
6	U přístrojů I. třídy změřit přechodový odpor ochranné svorky

Zkoušky a měření jsou podrobně popsány v jednotlivých článcích tohoto čísla AR řady B.

Konce přívodní šňůry uvnitř přístroje jsou přichyceny přímo na pájecí špičky síťového spínače a to tak, že jsou nejprve kolem pájecí špičky ovinuty a potom teprve zapájeny. Vnitřní živé spoje jsou zhotoveny dvoulinkou YH 2x 0,35 mm<sup>2</sup> navlečenou do izolační trubičky PVC, aby se dosáhlo dvojité izolace proti přístupným částem.

4. Nápis jsou zhotoveny z obtisků PRO-PISOT a celý přední panel je překryt bezbarvou průhlednou fólií pro ochranu nápisů. Značky a symboly nejsou použity.

5. Překontrolujeme vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty mezi živými a přístupnými částmi. Kritická místa jsou: chladič křídélko triaku – kovový kryt přístroje, obvod triaku – obvod usměrňovače, držáky pojistky – kovový kryt přístroje, vývody primárního vinutí síťového transformátoru – jádro transformátoru, pájené spoje obvodu triaku – filtrační a vazební kondenzátory, živé vývody feritového transformátoru – jádro feritového transformátoru. Všechny tyto vzdálenosti nesmějí být v žádném případě menší než 6 mm. Není-li tomu tak, je nutné vložit do příslušného místa izolační přepážku.

Dále pokračujeme podle bodů tab. 11.

1. Změříme unikající proud mezi vstupními konektory a výstupními konektory, vstupními konektory a krytem, výstupními konektory a krytem, krytem a oběma póly sítě, vstupními konektory a oběma póly sítě, výstupními konektory a oběma póly sítě podle metodiky uvedené v poslední kapitole.

2. Prověříme, zda u síťového transformátoru a zapalovacího transformátoru jsou dodrženy vnitřní povrchové cesty a provedeme zkoušku napětovými rázy.

3. Uděláme zkoušku vlhkým teplem a ihned po ní zkoušku elektrické odolnosti a izolačního odporu. Zkušební napětí přikládáme mezi spojené kontakty síťové vidlice a všechna přístupná místa, tj. kovový kryt, vodivou fólii navinutou na knoflíky a vodivou fólii přitisknutou k přednímu izolačnímu panelu.

4. Změříme stejnosměrný odpor primárního vinutí transformátoru (měříme přímo na vývodech transformátoru). Potom přístroj připojíme k síti a sepne hlavní spínač, ale funkční elektronický spínač necháme vypnutý. Po čtyřech hodinách přístroj odpojme a změříme opět stejnosměrný odpor. Z obou údajů určíme oteplení transformátoru. Stejně postupujeme při měření oteplení v provozním stavu, kdy je zesilovač připojen na zdroj zkušebního signálu a dodává do jmenovité zátěže jmenovitý trvalý výkon. Při této zkoušce zjistíme oteplení transformátoru, chladiče výkonového stupně a povrchu přístroje v místech nad síťovým transformátorem a obvodem triaku.

5. Zjistíme příkon postupem uvedeným v závěru poslední kapitoly.

6. Zesilovač je konstruován v bezpečnostní třídě II a proto nemá ochrannou svorku.

Vyhoví-li náš přístroj všem uvedeným zkouškám, může být dán do běžného užívání.

## PŘÍLOHA A

### Přehled vybraných součástek a jejich pracovních a zkušebních napětí

Příloha zahrnuje přehled hlavních typů součástek, které mohou být zapojovány v obvodech s nebezpečným napětím. Jsou to především odrušovací prvky, kondenzátory, rezistory, potenciometry, konektory, přepínače a spínače. Dále jsou uvedeny síťové zásuvky, přívodky, nástrčky a vidlice, banánky, zdírky, svorkovnice, relé, přístrojové pojistky a pojistkové držáky, některé vodiče a síťové šňůry a izolační materiály.

Při výběru součástek do obvodů spojených se sítí nestačí sledovat pouze dovolené provozní napětí (případně zkušební napětí), je nutno respektovat, zda výrobce součástky toto použití připouští. Tak např. u většiny nepřímých i přímých konektorů je v katalogích poznámka, že nejsou určeny pro obvody spojené se sítí. Takové součástky nesmějí být v síťových obvodech používány, i kdyby svým provozním i zkušebním napětím vyhověly. Za určitý nedostatek lze považovat to, že u některých součástek není v katalogích uváděna informace o tom, mezi které části součástky se přikládá uvedené zkušební napětí. V některých případech to je jasné (např. u lakovaných papírů to je zřejmé mezi vodivé fólie přitisknuté na obě strany papíru, nebo u izolačních trubiček mezi vsunutý kovový kolík a vodivou fólii navinutou těsně na trubičku), ale v jiných případech to nelze jednoznačně odhadnout (např. konektory, otočné přepínače aj.). Bohužel v řadě případů tento důležitý údaj není vůbec uváděn.

V tab. 12. znamenají zkratky ve sloupcích provozního a zkušebního napětí: ss – stejnosměrné napětí, ef (/50 Hz) – efektivní napětí, šp – vrcholové napětí.

#### Poznámky k tab. 12:

- 1) Zkušební napětí se přikládá k vývodům prvku.
- 2) Zkušební napětí se přikládá mezi spojené vývody a pouzdro součástky.
- 3) Zkušební napětí se přikládá k vývodům prvku / mezi spojené vývody a pouzdro.
- 4) Zkušební napětí se přikládá k vývodům kondenzátoru X / k vývodům kondenzátoru Y / mezi spojené vývody a pouzdro.
- 5) Zkušební napětí se přikládá mezi jednotlivá vinutí / mezi spojená vinutí a jádro.
- 6) Zkušební napětí se přikládá mezi libovolný kontakt a ostatní spojené kontakty.
- 7) Zkušební napětí se přikládá mezi řadami kontaktů a kontakty v jedné řadě, je-li střídavě jeden vynechán / mezi sousedními kontakty v řadě.
- 8) Zkušební napětí se přikládá mezi spojené kontakty části / mezi rozpojenou dvojici kontaktů a sousedními kontakty.
- 9) Zkušební napětí se přikládá mezi spojenou dvojici kontaktů a ostatní kontakty spojené navzájem a s kovovými částmi / mezi rozpojenou dvojici kontaktů.
- 10) Zkušební napětí se přikládá mezi nejbližší kontakty statorové desky.
- 11) Zkušební napětí se přikládá mezi kontakty navzájem proti sobě a proti budičí cívce / mezi budičí cívku a kostru.

Tab. 12. Přehled provozních a zkušebních napětí vybraných součástek

Odrušovací prostředky

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Kondenzátory keram.	SK 734 23 SK 734 73 SK 736 60 SK 736 63	250 250 250 250	2500 ef 1) 2500 ef 1) 2500 ef 1) 1075 ss 1)
Kondenzátor široko- pásmový průchozí Kondenzátor kombino- vaný s tlumivkou Kondenzátor kombino- vaný neprůchozí Kondenzátor dvoupólový	TC 240 TC 241 TC 242 až 243 TC 250 TC 251 až 253	250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz	1075/2000/2000 ef 4) 1075/2000/2000 ef 4) 1075/2000/2000 ef 4) 2000 ef 1075/2000 ef 3)
Kondenzátor široko- pásmový kombinovaný Kondenzátor kombino- vaný průchozí Tlumivky VKV Kond. dvoupólový Kond. neprůchozí Kond. průchozí Kond. neprůchozí Filtr 4 A Odruš. tlumivka	TC 254 až 261 TC 290 TD 100 až 104 WK 724 51 WK 724 52 WK 724 53 WK 724 72 WN 852 02 WN 882 01-18	250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz 250/50 Hz	1075/2000/2000 ef 4) 1075/2000/2000 ef 4) 2500 1075 ef 1075/2000/2000 ef 4) 1075/2000/2000 ef 4) 1075/2000/2000 ef 4) 1075/2000/2000 ef 4) 1075 ss/1750 ef 5)

Vodiče

Název	Izolace	Typ	Pracovní ef. napětí [V]	Zkušební ef. napětí [V]
Sdělovací drát	PVC	U, UF	500	2000
stíněný	PVC	UFU	500	2000
Sdělovací vodič nř	PVC	YQJ	1000	2000
ploché	PVC	UP	500	2000
ploché	PVC	FeUp	1000	2000
stíněný	PVC	UFc	150	500
páskový	PVC	PNY	500	2000
Sdělovací lano	PVC	LaU	500	2000
Sdělovací vodič páskový	PVC	PNLY	500	2000
	PVC	PNLY min	250	1000
	PVC	PNLYo	100	1200
Sdělovací lanko opřed.	PVC	HU	500	2000
	PVC	HL, HX	100	500
	PVC	HXL	200	1500
Montážní vodič stíněný	silikon.	LSi FSi	250	1500
Propojovací vodič	PVC	CQA, CQAF	300	2000
	PVC	CYA, CYAF	300	2000
	silikon.	CSA, CSAO	300	2000
	silikon.	CSZ	380	2000
(vn)	silikon.	CSA2/3,6	2000	6000
(vn)	silikon.	CSA4,1/7,2	4100	10 000
	fluorplast	CV, CVD	750	2500
Instalační vodič	silikon.	CS	300	2000
	PVC	AYY, CYY	450	4000
	PVC	AY, CQ, CY	300	2000
Síťové kabely	PVC	AYKY, CYKY	450	2500
Instal. vodič ploché	PVC	AYKYL, CYKYL	750	4000
Plochá šňůra	PVC	CYH, CYLY, CYSY	300	2000
Šňůra	silikon.	CSSS	300	2000
Vysokonapěťový vodič	silikon.	CSD	10 000 ss	19 000 ss
	silik. PVC	CSDf, CSDQ	19 000 ss	35 000 ss
	silik. PVC	LEVYQ	27 000 ss	45 000 ss

Konektory

Konektory přímé

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Konektor přímý 2 mm	TX 711	100 šp	500/50 Hz
2,5 mm	TX 715	250 šp	750/50 Hz
5 mm	TX 716	250 šp	750/50 Hz
2,5 mm	TX 720, 721	50 šp	500/50 Hz
2,5 mm	WK 180 18	250 šp	750/50 Hz
3,81 mm	WK 180 24	250 šp	750/50 Hz
3,81 mm	WK 465 28	400 šp	1200/50 Hz
3,81 mm	WK 465 29	400 šp	1200/50 Hz
3,81 mm	WK 465 46 až 49	400 šp	1200/50 Hz
2,5 mm	WK 465 77	250 šp	750/50 Hz
Držák s měrn. body	WK 465 78	100 ef	500/50 Hz
Konektor přímý 2,54 mm	WK 465 79 až 80	250 šp	1100/50 Hz
3,81 mm	WK 465 87 až 92	400 šp	1200/50 Hz
3,81 mm	WK 465 98 až 99	250 šp	750/50 Hz

Konektory nepřímé

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Zásuvka, pólu 20	TX 511, TX 512	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
30	TX 513, TX 514	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
48	TX 515, TX 516	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
62	TX 517, TX 518	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
72	TX 519, TX 520	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
90	TX 521, TX 522	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
Vidlice, pólu 20	TY 511, TY 512	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
30	TY 513, TY 514	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
48	TY 515, TY 516	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
62	TY 517, TY 518	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
72	TY 519, TY 520	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
90	TY 521, TY 522	120 ef	2000, 500/50 Hz 7)
Zásuvka, pólu 7	WK 180 20	500	1500/50 Hz
9	WK 180 21	500	1500/50 Hz
3	WK 180 22	500	1500/50 Hz
7	WK 180 23	500	1500/50 Hz
15	WK 180 25	500	1500/50 Hz
5	WK 180 26	500	1500/50 Hz
9	WK 180 27	500	1500/50 Hz
Konektor, pólu 7	WK 180 28	120 ef	500/50 Hz
Zásuvka, pólu 36	WK 180 11 až 12	250 šp	750/50 Hz
Vidlice, pólu 24	WK 462 00 až 02	250 šp	750/50 Hz
36	WK 462 03 až 04	250 šp	750/50 Hz
6	WK 462 41	350 šp	2000/50 Hz 7
12	WK 462 05 až 06	250 šp	750/50 Hz
6	WK 462 08	350 šp	2000/50 Hz
18	WK 462 32	250 šp	750/50 Hz
6	WK 462 40	250 šp	750/50 Hz
12	WK 462 42 až 43	250 šp	750/50 Hz
6	WK 462 44	250 šp	750/50 Hz
7	WK 462 46	120 ef	500/50 Hz
Vidlice měřicí	WK 462 66 až 67	250 šp	750/50 Hz
zkratovací	WK 462 68	250 šp	750/50 Hz
měřicí	WK 462 69 až 70	250 šp	750/50 Hz
24pólová	WK 462 63 až 65	250 šp	750/50 Hz
24pólová	WK 462 79 až 82	250 šp	750/50 Hz
36pólová	WK 462 86 až 87	250 šp	750/50 Hz
12pólová	WK 462 88 a 96	250 šp	750/50 Hz
Zásuvka, pólu 24	WK 465 10 až 12	250 šp	750/50 Hz
36	WK 465 13 a 14	250 šp	750/50 Hz
12	WK 465 15 a 16	250 šp	750/50 Hz
6	WK 465 18	350 šp	2000/50 Hz
18	WK 465 26	250 šp	750/50 Hz
6	WK 465 36 až 3	250 šp	750/50 Hz
12	WK 465 39 a 40	250 šp	750/50 Hz
24	WK 465 41 až 45	250 šp	750/50 Hz
Zásuvka měřicí	WK 465 63 a 64	250 šp	750/50 Hz
Zásuvka, pólu 24	WK 465 86	250 šp	750/50 Hz
36	WK 465 96 a 97	250 šp	750/50 Hz
6	WK 465 38	350 šp	2000/50 Hz

Souosé konektory

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Konektor subminiaturní	TX 611	250 ef	1000/50 Hz
Vidlice	TY 611	250 ef	1000/50 Hz
Vf konektor 50 Ω, 1/3,3	TGL 24 815		1000/50 Hz
Vf konektor BNC 20	TGL 200-3800		2000/50 Hz
Vf konektor C 50,3/9,7	TGL 200-3801		2500/50 Hz
Vf konektor 50 Ω, 1/3,3	TGL 200-8080		1000/50 Hz

Spínače

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Mikrospínač	B 591, B 593 B 611, B 612, B 613 B 613-30U2 B 613 3AU2 B 614	250 ef 250 ef 115 ef 27 ss 50 ef	$R_1 = 5 \text{ M}\Omega$ $R_1 = 5 \text{ M}\Omega$ $R_1 = 5 \text{ M}\Omega$ $R_1 = 5 \text{ M}\Omega$ $R_1 = 5 \text{ M}\Omega$
	WK 559 00	12 ef	1000/50 Hz
Spínač páčkový 1pólový	3232	250 V/2 A	
Spínač páčkový	3336 a 3337	250 V/4 A	
Spínač vestav. tlač.	3274	250 V/2 A	
Spínač kolečkový	3353	250 V/4 A	
	3454	250 V/6 A	
Spínač páčkový	3532	250 V/10 A	
Spínač kolečkový	3554	250 V/10 A	
	4216/2-24	250 V/4 A	
Tlačítkový ovladač	4450	250 V/0,5 A	
Spínač tlačítkový	Isostat.	250 V/0,12 A	1000
Spínač síťový	Isostat	250 V/2 A	2500

### Nízkofrekvenční konektory

Všechny níže zkusky i vidlice (včetně anténních 6AF 280, 22, 24, 26, 28) mají provozní napětí 60 V, zkušební 1000 V/50 Hz.

### Zásuvky a přívodky síťové

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Přívodka	5913-13 5915-13 5921-13 5911-01 5921-01 5931-01	250 V/6 A 250 V/6 A 250 V/6 A 250 V/2,5 A 250 V/2,5 A 250 V/2,5 A	
Vestavěná zásuvka	5211-01 5221-01 5231-01	250 V/2,5 A 250 V/2,5 A 250 V/2,5 A	

### Přístrojové nástrčky a vidlice

Název	Typ	Provozní napětí/proud
Přístrojová nástrčka	5553-2206/2207	250 V/10 A
Přístrojová vidlice	5611, 5621, 5631	250 V/2,5 A
Nástrčka	5813	250 V/2,5 A
	5815-20, 21, 23	250 V/6 A
	5823, 5833	250 V/2,5 A
	5882-21	250 V/10 A

### Banánky, zdířky, knoflíky, svorkovnice

Název	Typ	Pracovní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Dvořdířka	WK 454 03	500/50 Hz	1500/50 Hz
Zdířka	WK 454 04		
Banánek	WK 459 00 až 02		
Svorky	WK 484 01 a 02		
	WK 484 09 až 11	2500/50 Hz	
Knoflík hranol	WA 243 01 a 02		
šipka	WA 243 03		
Knoflík neprůchozí	WF 243 03 až 20		
Knoflík průchozí	WF 243 21 až 26		
neprůchozí	WF 243 27 až 32		
speciální	WF 243 33 a 34		
s klíčkov	WF 243 35 a 36		
neprůchozí	WF 243 37 až 44		
průchozí	WF 243 55		
pro stupnice	WF 243 56 a 57		
speciální	WF 243 60		
průchozí	WF 243 62 a 63		
pro stupnice	WF 243 65		
neprůchozí	WF 243 67, 74 až 76		
průchozí	WF 243 77		
neprůchozí	WF 243 79		
průchozí	WF 243 80		
neprůchozí	WF 243 81 až 84		
speciální	WF 243 85, 88, 89, 91, 92		
neprůchozí	WF 243 93		
Svitidlová spojka	6110-06, 6111-06 6112-06 6311-06 6311-07	250 V/2,5 A 380 V/2,5 A 250 V/2,5 A 380 V/2,5 A	
Svorkovnice přístř.	6313-14M, 6314-14M 6314-85 6315-25 6339-07	380 V/4 A 380 V/1 A 380 V/6 A 380 V/2,5 A	

## PŘÍLOHA B

### Příklady funkčních spínačů

Mnohé přenosné radiomagnetofony jsou navrženy na provoz jak z baterií, tak ze sítě. Protože je bateriový provoz považován za hlavní, je vypínání přístroje zařazeno do obvodu baterií. Připojíme-li tedy přístrojovou síťovou šňůru do zásuvky, odpojí vestavěný přepínač baterie a zapojí napájení přístroje na síťový usměrňovač. Hlavní spínač však zůstává zapojen v původním místě a proto i při „vypnutém“ přístroji jsou síťový transformátor a usměrňovač trvale zapnuti. Většinou takovéto uspořádání není na závadu, ale je-li takový přístroj připojen k síti delší dobu, můžeme být nemile překvapeni dosti vysokou teplotou povrchu skříně v místě,

kde je síťový transformátor. Nebezpečí úrazu nebo požáru zde sice nehrozí – to již musí výrobce respektovat, ale subjektivní dojem není právě nejpříjemnější. Přístroje tohoto typu lze však doplnit síťovým spínačem a uvedený nedostatek odstranit, třeba tak, že přidáme další spínač nebo vřadíme spínač do šňůry (mimořádně ten by musel být dvoupolový, běžný typ nevyhovuje). Těmito úpravami se však zabývat nebudeme, neboť existují elegantnější způsoby řešení.

Na obr. 29a je znázorněn nejjednodušší způsob, který spočívá v doplnění vestavěného tlačítkového spínače dvoupolovým síťovým spínačem též tlačítkovým (Isostat). Záleží již jen na prostorových možnostech a vhodném způsobu uchycení přídavného spínače, aby bylo dosaženo správné funkce. Není-li pod vestavěným

### Otočné přepínače

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Mikrominiaturní spín.	TS 121, TS 122	150 ef/50 Hz	750/50 Hz
Otočné číslic. spín.	TS 211, TS 212, TS 213	50 ss	500/50 Hz
8polohové otočné přep.	WK 533 00 až 33	100 šp	1000, 500/50 Hz 8)
12	WK 533 35 až 46	250 ss	750/50 Hz 9)
12	WK 533 49 až 51	30 ef	500/50 Hz 10)
18	WK 533 52	30 ef	500/50 Hz 10)
12	WK 533 53, 54	30 ef	500/50 Hz 10)
18	WK 533 55	30 ef	500/50 Hz 10)
12	WK 533 56, 57	30 ef	500/50 Hz 10)
12	WK 533 67 až 69	30 ef	500/50 Hz 10)
12	WK 533 77, 78	30 ef	500/50 Hz 10)
12	WK 533 79	15 ef	500/50 Hz 10)
12	WK 533 81	30 ef	500/50 Hz 10)
18	WK 533 82, 83	30 ef	500/50 Hz 10)
18	WK 534 00	30 ef	500/50 Hz 10)
12	WK 534 01, 02, 06	30 ef	500/50 Hz 10)

### Pomocná relé

Název	Typ	Provozní napětí [V]	Zkušební napětí [V]
Pomocné relé	RP 81 RP 700, 701	250 250	2000/50 Hz 2000/50 Hz
Miniaturní pom. relé	RP 210	250	2000/500/50 Hz 11)
Jazyčkové relé	JRT 65	125 ss	

### Ručková měřidla

Název	Typ	Zkušební napětí [V]
Miniaturní panelové	D22/1	2000
Panelové	MP40, 80, 120	2000

### Pojistky a pojistkové držáky

Název	Typ	Provozní proud [mA]	Pracovní napětí [V]
Pojistkové pouzdro	T4	4000	500
Pojistkový držák	7AA 654 12	viz text	
Trubičková pojistka	048-F35	32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300	250
	048A-F1500	stejně jako u 048-F35	
	048A-T		
	048B	80; 100; 120; 160; 200; 250; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 1000; 2000	500

### Tavná charakteristika trubičkových pojistek

Typ	$I_n$ [mA]		$2,1/I_n$		$2,75/I_n$		$4/I_n$		$10/I_n$	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
048A-F	32	100	30 min	10 ms	500 ms	3 ms	100 ms		20 ms	
048A-F	100	6,3 A	30 min	50 ms	2 s	10 ms	300 ms		20 ms	
048A-T	32	100	2 min	200 ms	10 s	40 ms	3 s	10 ms	300 ms	
048A-T	100	6,3 A	2 min	600 ms	10 s	150 ms	3 s	20 ms	300 ms	
048B-F	32	100	20 s	2 ms	200 ms	1 ms	30 ms		5 ms	
048B-F	10	10 A	20 s	20 ms	1500 ms	8 ms	400 ms		80 ms	

spínačem dostatek místa, je možné pohybovat tlačítkem převést do jiného místa přístroje bowdenem. Navrhované úpravy jsou aplikovány na síťovou část staršího radiomagnetofonu SOUND 1060, ale jsou použitelné i pro většinu dalších typů.

Některé radiomagnetofony mají v sérii s hlavním spínačem baterií zařazen ještě kontakt, který je rozpojen, je-li na magnetofonu zařazena funkce STOP. Toho lze využít pro naši úpravu. Hlavní spínač nahradíme typem pro spínání síťového napětí a zapojíme jej podle obr. 29a, sekce S<sub>2</sub> a S<sub>3</sub>. Tímto spínačem vypínáme a zapínáme přístroj při síťovém provozu. Při

bateriovém provozu magnetofonu stačí pouze zvolit funkci STOP a přístroj je vypnut. Při provozu přijímače přepneme funkční přepínač do polohy Magnetofon a je-li magnetofon ve stavu STOP, pak je přístroj též vypnut.

Jsou však případy, kdy popsané mechanické úpravy nemůžeme uskutečnit buď proto, že upravovaný přístroj má hlavní spínač takový, že jeho náhrada není možná a nebo nechceme porušit vzhled panelu. Potom lze použít elektronický spínač sítě, jehož zapojení je na obr. 29b.

U tohoto zapojení vycházíme z předpokladu, že přístroj nemusí být vybaven síťovým spínačem a dodatečně zařazený polovodičový spínač má úlohu funkčního spínače. Přívod síťového napětí z přívodky je veden přes přídavný obvod, skládající se z pojistky, triaku, pomocné-

ho spouštěcího transformátoru  $Tr_2$ , čtyř diod a rezistorů  $R_1$  až  $R_3$ .

Zasuneme-li nástrčku síťové šňůry do přívodky, odpojí přepínač druhu provozu P přívod napájecího napětí od baterií a připojí jej k výstupu síťového napáječe. Tím se rovněž dostává do činnosti obvod elektronického spínání sítě, v němž je využíváno zapojení podle čs. AO č. 205 213. Hlavním spínacím prvkem je triak, na jehož řídicí elektrodu ve vypnutém stavu jsou přiváděny úzké zapalovací impulsy v okamžiku průchodu síťového napětí nulou. Tyto impulsy jsou získávány v pomocném spouštěcím transformátoru  $Tr_2$ . Transformátor je navinut na feritovém hrníčkovém (nebo E) jádru (pro triak KT207/600 vyhoví hrníčkové jádro o  $\varnothing$  26 mm bez mezery nebo jádro E 8 x 8 mm též bez mezery z hmoty H12 nebo H22), a má tři vinutí. Vinutí  $n_1$  (1000 až 2000 závitů drátu o  $\varnothing$  0,08 mm CuT) je přes rezistor  $R_1$  a můstkový usměrňovač  $D_1$  až  $D_4$  připojeno trvale na síťové napětí. Průtokem usměrněného proudu je feritové jádro transformátoru  $Tr_2$  v každé půlperiódě síťového napětí přesycováno, ale v okamžicích průchodu napětí nulou se transformátor dostává do svého lineárního režimu. Kdybychom připojili na vinutí  $n_2$  (200 závitů drátu o  $\varnothing$  0,1 mm CuT) osciloskop, viděli bychom, že právě v okamžiku průchodu síťového napětí nulou jsou na výstupu tohoto vinutí úzké impulsy. Připojíme-li nyní toto vinutí na řídicí elektrodu triaku, bude triak zapínán na začátku každé půlperiody síťového napětí. Ke zrušení zapalovacích impulsů a tedy k vypnutí triaku slouží třetí vinutí  $n_3$  (1000 až 2000 závitů drátu o  $\varnothing$  0,08 mm CuT). Jestliže toto vinutí zkratujeme, zapalovací impulsy z vinutí  $n_2$  zmizí a triak zůstává rozpo-

jen. Schéma zapojení obvodu je na obr. 29b) a nepotřebuje již další komentář. Kritickou součástí je pouze zapalovací transformátor  $Tr_2$ , u něhož se setkávají živé obvody síťového napětí a obvody spojené s přístupnými částmi. Z toho důvodu musí být vinutí  $n_3$  izolováno od obou ostatních dvojitou izolací. Jestliže by bylo jádro transformátoru spojeno s přístupnými částmi, pak musí být dvojitá izolace i mezi jádrem a vinutími  $n_1$  a  $n_2$ . Pokud by bylo jádro izolováno základní izolací od přístupných částí, pak stačí, když bude mezi jádrem a všemi vinutími základní izolace.

Na stejném principu pracuje polovodičový funkční spínač použitý pro funkci „STAND-BY“ v nízkofrekvenčním zesilovači popisovaném v příkladu. Schéma zapojení tohoto obvodu je na obr. 10. Triakový spínač je řízen bistabilním klopným obvodem (na obr. 10 je ohraničen čerchovanou čarou), osazeným dvojitým, polem řízeným tranzistorem KF552. Tato varianta byla zvolena do našeho příkladu proto, že uvedený prvek je běžně k dostání. Elegantnější řešení dovolují integrované obvody typu CMOS. Náhrady klopného obvodu z obr. 10 součástkami z řady MHB4000 jsou na obr. 29c).

První zapojení využívá IO typu MHB4012. Ze dvou čtyřvstupových hradel NAND je realizován bistabilní klopný obvod R-S. Ovládací tlačítka spojují se zemí vždy jeden ze vstupů každého hradla. V rozpojeném stavu tlačítek jsou vstupy drženy polarizačními rezistory  $R_1$  a  $R_2$  na úrovni H. Definování počátečního stavu po zapnutí sítě zajišťuje člen  $R_3C_1$ . Na výstupu klopného obvodu R-S jsou zesilovací tranzistory pro spínání proudu do indikačních diod. Připojovací svorky jsou označeny shodně s obr. 10.

Druhé zapojení je osazeno klopným obvodem typu D (1/2 MHB4013) v zapoje-

ní R-S. Proti předchozím zapojením se liší tím, že tlačítka musí být zapojena ke kladnému napájecímu napětí. Počáteční stav je zajišťován kondenzátorem  $C_1$ .

## PŘÍLOHA C

### Výpočet chladiče výkonového prvku

Jedním z požadavků na bezpečný provoz přístroje je bezpečná teplota jeho povrchu. Obsahuje-li přístroj výkonové prvky (které rozptylují větší výkon) opatřené chladičem, umístěným na povrchu přístroje, pak je důležité dodržet jeho teplotu na přípustné velikosti. Popíšeme si proto postup návrhu, který respektuje toto kritérium.

Nejprve určíme výchozí podmínky, tj. přípustnou teplotu chladiče  $T_r$ , teplotu okolí  $T_a$ , rozptylovaný ztrátový výkon  $P_z$  a tepelné odpory jednotlivých dílů sestavy. Pro přístroje pracující v budovách v našem klimatickém pásmu předpokládáme maximální teplotu okolního vzduchu  $T_a = 35^\circ\text{C}$  (pro přístroje do automobilů a do terénu to je  $45^\circ\text{C}$ ). Podle tab. 5 zjistíme, že maximální přípustné oteplení kovového krytu je  $\Delta T = 40^\circ\text{C}$  (a je-li chladič na povrchu přístroje, je součástí krytu). To znamená, že maximální teplota chladiče během normálního provozu může být  $T_r = T_a + \Delta T = 35 + 40 = 75^\circ\text{C}$ . To je maximální přípustná teplota, již může chladič dosáhnout, dodává-li výkonový stupeň do jmenovité zátěže  $R_z$  svůj trvalý výkon  $P_T$  a je-li chladičem vyzařován odpovídající ztrátový výkon  $P_z$ . Naším cílem bude určit parametry chladiče tak, aby byla tato podmínka splněna.

Vyzařovaný ztrátový výkon součástek, pracujících s ustálenými výkony, určíme snadno např. u stabilizovaného zdroje z maximálního úbytku napětí  $U_T$  na regulačním tranzistoru a maximálního proudu  $I_M$  jím protékajícího

$$P_z = U_{TM} [W; V, A].$$

U tranzistoru zatěžovaného pravoúhlými impulsy délky  $t_p$  s periodou opakování  $t_o$  určíme ztrátový výkon ze vztahu

$$P_z = \frac{t_p}{t_o} P_{imp} [W; s, s, W],$$

kde  $P_{imp}$  je ztrátový výkon v impulsu, to je součin úbytku napětí na tranzistoru a proudu v době impulsu. Tento vztah však platí pro časy  $t_p$  a  $t_o$  mnohem delší než jsou časy čela a týlu napěťového i proudového impulsu. Je-li ve spínacím stupni použit tranzistor s velmi malým proudovým zesilovacím činitelem, je zapotřebí do rozptylovaného výkonu započítat též ztrátový výkon obvodu báze. Tento případ nastává často např. u impulsně regulovaných napájecích zdrojů, protože vysokonapěťové výkonové tranzistory užívané ve spínacích mívají proudový zesilovací činitel od 3 asi do 20 a do báze je přiváděn značný výkon.

Pro nízkofrekvenční zesilovač ve třídě B nebo AB určíme ztrátový výkon jednoho koncového tranzistoru ze vztahu

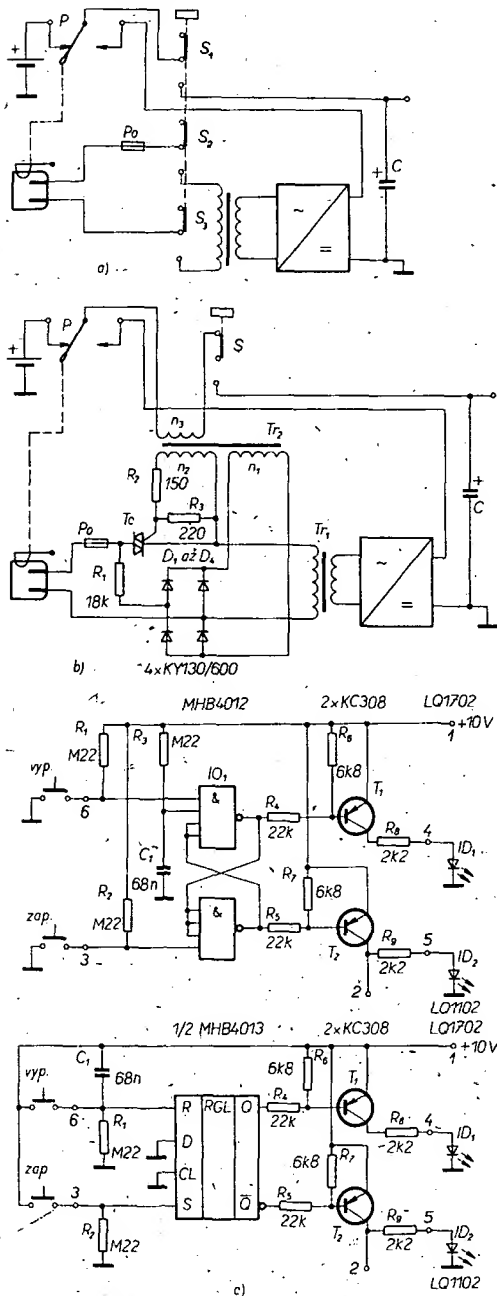
$$P_z = \frac{n U_m^2}{R_z} \left( \frac{1}{\pi} + \frac{n}{4} \right) [W; V, -, \Omega]$$

nebo

$$P_z = P_T \left( \frac{4}{n\pi} - 1 \right) [W; W, -, -],$$

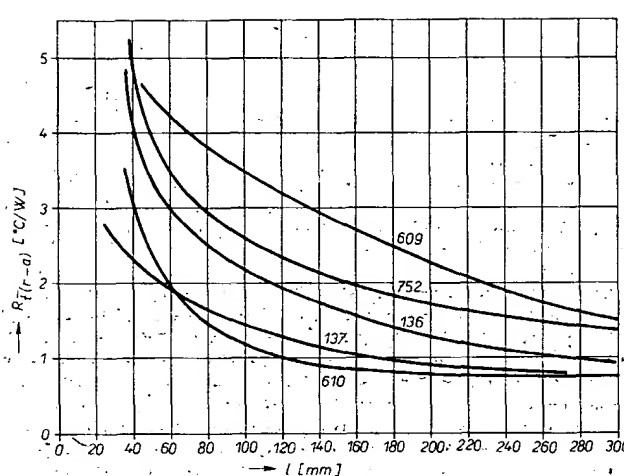
kde  $U_m$  je

vrcholová hodnota jmenovitého výstupního napětí,  
 $R_z$  jmenovitý zatěžovací odpor,  
 $n$  stupeň vybuzení pro trvalý

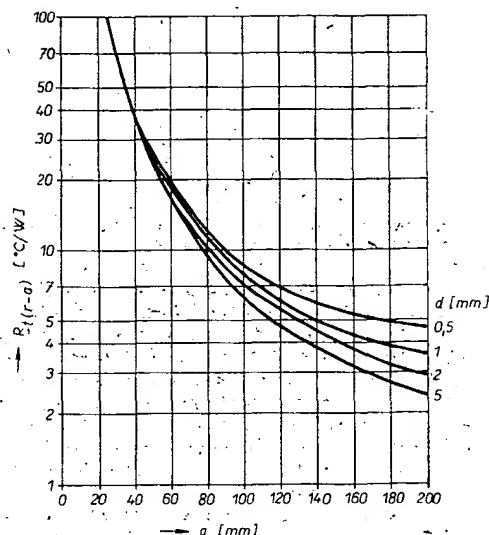
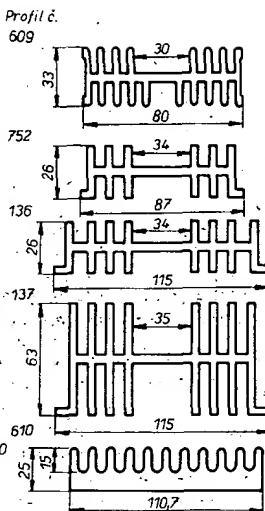


Obr. 29.-Příklady funkčních spínačů; a) doplnění síťovým tlačítkovým spínačem, b) doplnění elektronickým spínačem sítě, c) zapojení klopného obvodu z obr. 10





Obr. 30. Tepelné odpory tažených hliníkových profilů. Povrch černý elox, poloha svislá



Obr. 31. Tepelný odpor hliníkového deskového chladiče. Čtvercový tvar, strana a, tloušťka d, povrch neupravený, poloha svislá

výkon ( $n = \frac{U_T}{U_m} = \sqrt{\frac{P_T}{P_{jm}}}$ )  
 $P_{jm}$  výstupní výkon jednoho tranzistoru.

Výkonovou ztrátu usměrňovacích diod, tyristorů a triaků můžeme zjistit jen velmi přibližně. Průběhy proudu a úbytku napětí u těchto prvků mají složité tvary a přesné výpočty jsou značně komplikované a vzhledem k nedostatečným vstupním údajům stejně velmi nepřesné. Pro naše aplikace obvykle postačí přibližný výpočet založený na zatěžovacím proudu  $I_o$  protékajícím prvkem a odhadu úbytku napětí  $U_o$  na prvku v jeho vodivém stavu. Toto napětí je pro usměrňovací diody v rozpětí asi 0,8 až 1,2 V a pro tyristory a triaky asi 1,0 až 2,5 V. Úbytek napětí  $U_o$  je tím větší, čím větší je proud  $I_o$  protékající prvkem, a je též závislý na typu součástky a úhlu otevření u řízených ventilů. Pro ztrátový výkon jednoho prvku pak bude platit jednoduchý vztah

$$R_z \leq U_o I_o \quad [W; V; A]$$

Proud  $I_o$  je roven zatěžovacímu proudu usměrňovače s jedním usměrňovacím prvkem (např. jednocestný usměrňovač nebo jednocestný řízený tyristorový usměrňovač) nebo polovině zatěžovacího proudu u dvou či čtyř prvků (např. dvoucestný nebo můstkový usměrňovač, řízený i neřízený).

Dále určíme tepelné odpory všech známých částí v tepelném obvodu. Jednak je to tepelný odpor chlazeného prvku  $R_{T(j-c)}$ , jehož velikost zjistíme z katalogu. Odhadneme tepelný odpor styku pouzdra výkonového prvku s chladičem nebo jiným upevňovacím dílem  $R_{T(c-r)}$  podle tab. 13.

Tab. 13. Tepelné odpory styku dvou částí

Typ styku	$R_{T(c-r)}$ [°C/W]
Neizolovaný, suchý	0,2 až 0,3
Neizolovaný, natřený vazelinou	0,1 až 0,2
Izolovaný slídou, suchý	0,8 až 1,2
Izolovaný slídou, natřený vazelinou	0,5 až 0,8
Elox suchý	0,3 až 0,4
Elox natřený vazelinou	0,15 až 0,2

Je-li mezi výkonový prvek a chladič zařazen ještě upevňovací díl, který převádí teplo vytvořené rozptýleným výkonem ke chladiči, musíme do výpočtu zahrnout i jeho tepelný odpor. Ten určíme z tepelné vodivosti použitého materiálu a jeho geometrických rozměrů.

$$R_{T(p-r)} = \frac{l}{\lambda S} \quad [^{\circ}C/W; m; ^{\circ}C/Wm, m^2]$$

kde  $l$  je délka dílu měřená od chlazeného prvku ke chladiči,  $S$  průřez dílu v rovině kolmé na měřenou délku a  $\lambda$  měrná tepelná vodivost použitého materiálu:

pro Cu – 385,1 W/°C m,  
 Al – 221,9 W/°C m,  
 Ms – 108,8 W/°C m,  
 Fe – 46,0 W/°C m.

Tepelný (vyzařovací) odpor chladiče vypočítáme ze vztahu

$$R_{T(r-a)} = \frac{T_r - T_a}{P_z} \quad [^{\circ}C/W; ^{\circ}C, W]$$

V tomto vztahu rozdíl teplot  $T_r - T_a$  představuje dovolené oteplení dané tab. 5. Po dosazení obdržíme praktické vztahy pro prostředí obvyklé suché a mírné klima

$$R_{T(r-a)} = \frac{40}{P_z} \quad [^{\circ}C/W; ^{\circ}C, W]$$

a pro prostředí venkovní, do automobilů, tropické klima

$$R_{T(r-a)} = \frac{30}{P_z} \quad [^{\circ}C/W; ^{\circ}C, W]$$

Překontrolujeme ještě, zda ve zvoleném uspořádání nepřekročíme dovolenou teplotu přechodu polovodičového prvku  $T_{jmax}$ , udávanou v katalogích. Bude-li mít chladič předpokládanou teplotu  $T_r$ , určíme skutečnou teplotu přechodu ze vztahu

$$T_j = P_z (R_{T(j-c)} + R_{T(c-r)} + R_{T(p-r)}) + T_r \quad [^{\circ}C; W, ^{\circ}C/W, ^{\circ}C]$$

Vždy musí platit, že  $T_j < T_{jmax}$ . Čím větší rozdíl mezi těmito teplotami bude, tím bude provoz výkonového prvku spolehlivější.

Nakonec vybereme vhodný typ chladiče a určíme jeho rozměry např. s použitím grafů na obr. 30 a 31.

Grafy platí pro chladiče ve svislé poloze. Přepočítací koeficienty pro jiné uspořádání jsou následující:  
 neupravený povrch, svisle 1,  
 neupravený povrch, vodorovně 1,2,  
 černěný povrch, svisle 0,5,  
 černěný povrch, vodorovně 0,6.

## PŘÍLOHA D

### Měření oteplení vinutí transformátoru

Při zjišťování oteplení vinutí transformátorů je výhodné využít závislosti odporu vinutí na jeho teplotě. Měříme nejprve na chladném transformátoru a potom na dokonale prohřátém, např. po čtyřhodinovém provozu při 1,1 násobku napětí sítě a při zátěži odpovídající trvalému výkonu přístroje. Opakujeme-li měření v pravidelných časových intervalech, můžeme z naměřených údajů zjistit průběh oteplování anebo závislost teploty transformátoru na druhu provozu zařízení.

Před zapnutím přístroje nebo transformátoru změříme teplotu okolí  $T_a$ , v níž musí být měřený transformátor dostatečně dlouho temperován, aby měl tutéž teplotu v celém svém objemu. Dále změříme dostatečně přesným a citlivým ohmmetrem nebo můstkem (např. přístrojem Omega I) odpor vinutí uloženého nejbližší jádru. Odpor tohoto vinutí při teplotě okolí označme  $R_1$ . Nyní zapneme přístroj do jeho normální činnosti a v případě, že je jeho výstupní výkon proměnný, nastavíme na jmenovité zátěži trvalý výstupní výkon. V tomto režimu ponecháme přístroj pracovat čtyři hodiny.

Po této době přístroj vypneme a změříme odpor ohřátého vinutí,  $R_2$ . Naměřené údaje dosadíme do vztahu pro výpočet oteplení vinutí:

$$\Delta T_v = \frac{(R_2 - R_1) \cdot (234,5 + T_a)}{R_1} \quad [^{\circ}C; \Omega, ^{\circ}C]$$

Tento vztah platí pro vinutí z měděných i hliníkových drátů. Během měření musí zůstat teplota okolního prostředí  $T_a$  konstantní. Ustálená teplota měřeného vinutí pak bude

$$T_v = T_a + \Delta T_v \quad [^{\circ}C; ^{\circ}C]$$

Změříme-li uvedeným způsobem teploty nejspodnějšího a nejvrchnějšího vinutí, můžeme z jejich rozdílu usuzovat na kvalitu chlazení transformátoru. To je výhodné zvláště tehdy, když musí být transformátor opatřen stíněním nebo je-li uzavřen do stínícího krytu.

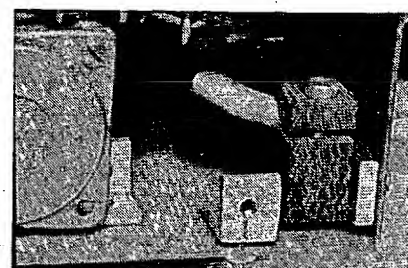
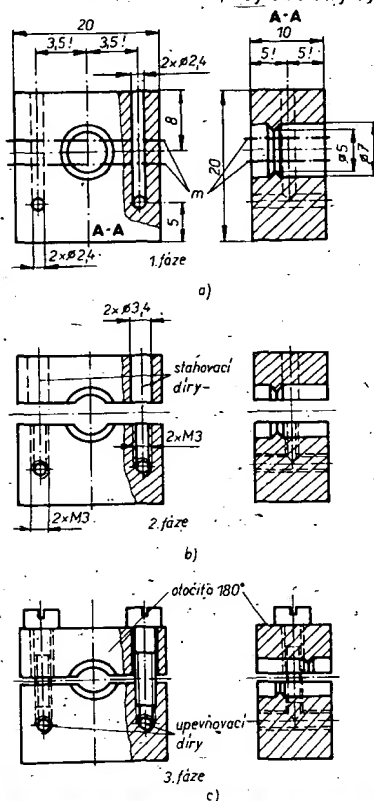
Teplota vnitřního vinutí určuje požadavky na tepelnou třídu izolace vodičů a na tepelnou odolnost kostry.

## PŘÍLOHA E

### Upevňovací zařízení pohyblivého přívodu

Navržené upevňovací zařízení vychází z požadavků ČSN 36 7000 a jeho zhotovení je tak jednoduché, že si jej bez problémů zhotoví každý radioamátér. Pro výrobu použijeme hranolek z textumoidu, silonu, skelného laminátu nebo podobného materiálu. Hranolek má rozměry  $20 \times 20 \times 10$  mm (obr. 32). Rozměříme a označíme všechny díry a navíc vyznačíme na celém obvodu hranolku dvě rysky m. Jako první vyvrtáme díru o  $\varnothing 7$  mm následujícím způsobem. Nejprve provrtáme celý hranolek průchozí dírou o  $\varnothing 5$  mm. Potom vrtákem o  $\varnothing 7$  mm navrtáme z jedné strany díru do hloubky 6 mm, obrátíme a vrtáme do hloubky 3 mm. Naším cílem je vytvořit výstupek po celém obvodu díry, jak je patrné z řezu A-A na obr. 32a.

Nyní vyvrtáme čtyři díry vrtákem o  $\varnothing 2,4$  mm a v dírách rovnoběžných s dírou  $\varnothing 7$  mm vyřízneme závit M3. Při vrtání děr kolmých na osy dvou předchozích musíme dbát na to, aby obě díry byly



Obr. 32. Příklad upevňovacího zařízení pro síťový kabel

přesně v podélné ose menší stěny hranolku (na obr. 32a jsou tyto kóty označeny vykřičníkem).

Takto připravený hranolek upneme do svěráku a z hranolku vyřízneme nejlépe lupenkovou pilkou část mezi ryskami m. Tím se hranolek rozpadne na dvě části. Plochy obou řezů pilníkem začistíme a v dírách o  $\varnothing 2,4$  mm u větší části hranolku vyřízneme též závit M3. Odpovídající díry v menší části hranolku provrtáme vrtákem o  $\varnothing 3,4$  mm. Menší část hranolku obrátíme o  $180^\circ$  proti původní poloze, přiložíme k větší části a do spojovacích děr zašroubujeme šrouby M3  $\times$  12 mm, jak je patrné ze sestavy na obr. 32c. Upevňovací zařízení se přišroubuje k zadnímu panelu šrouby M3  $\times$  10 mm, zašroubovanými do upevňovacích děr.

## PŘÍLOHA F

### Přehled literatury

#### a) Publikace

1. Petřina, J.: Konstrukce a spolehlivost elektronických zařízení. SNTL: Praha 1964.

Kniha pojednává o konstrukci zařízení z hlediska spolehlivosti funkce a bezpečnosti provozu. Jsou podrobně probírány vlivy různých faktorů (teplota, vlhkost, korozní prostředí, záření, mikroorganismy) na činnost přístroje. Probírána je též vhodnost a účinnost umístění ovládacích prvků a způsoby ovládání přístroje.

2. Stach, J.: Výkonové tranzistory v nízkofrekvenčních obvodech. SNTL: Praha 1979.

V knize jsou mimo jiné probírány elektrotepelné vlastnosti výkonových tranzistorů a s tím související metody odvodu tepla ze systému a vliv teploty na elektrické vlastnosti a spolehlivost výkonových tranzistorů.

3. Vašíček, A.: Typizované napájecí transformátory a vyhlazovací tlumivky. SNTL: Praha 1975.

Podrobně je probíráán návrh a konstrukce síťových transformátorů a filtračních tlumivek. Kniha obsahuje velké množství údajů o všech materiálech používaných při výrobě transformátorů (jádra, dráty, prokládový materiál, spojovací materiál, impregnační látky atd.).

4. Bečka, J.: Příručka usměrňovací techniky. SNTL: Praha 1971.

V X. kapitole je uveden výpočet ztrátového výkonu fázové řízených usměrňovačů a ve III. kapitole neřízených usměrňovačů.

5. Chladiče pro polovodiče. I. Technické zprávy VÚST, 1967.

Ve zprávě je uveden soubor grafů udávajících vztah mezi tepelným vyzařovacím odporem různých typů chladičů a jejich geometrickými rozměry. Hlavní zaměření je na chladiče z hliníkových tažených profilů a jiných průmyslově vyráběných chladičů pro polovodičové součástky.

6. Hanák, I.: Zapojení pro ovládání tyristorových nebo triakových spínačů střídavého napětí při průchodu nulou. AO č. 205 213.

Předmět uvedeného vynálezu je použit v obvodu pro bezkontaktní zapínání sítě, popsáné v tomto článku.

#### b) Normy hlavní

1. ČSN 36 7000 (1986) – Přístroje spotřební elektroniky. Bezpečnostní ustanovení. Metody zkoušek.

Tato norma je základním materiálem pro tuto práci. Jedná se prakticky o překlad mezinárodního doporučení IEC 65 – 1976 a jeho dvou dodatků (z r. 1978

a 1980) a normy RVHP ST SEV 3194-81. Obsah normy je zaměřen na konstrukci přístrojů spotřební elektroniky, ale vzhledem k šíři a podrobnosti zpracování představuje nejdůležitější a nejmmodernější pojetou bezpečnostní normu, jejíž ustanovení lze aplikovat i v mnoha jiných oborech. Obsahuje články týkající se ochrany před úrazem elektrickým proudem, nadměrnou teplotou, ionizujícím zářením, implozí obrazovek, mechanickou nestabilitou a pohyblivými se částmi.

2. ČSN 34 1010 (1966) – Všeobecné předpisy pro ochranu před nebezpečným dotykem napětím.

Základní obecná bezpečnostní norma, v níž jsou uvedeny všeobecné zásady ochrany před úrazem elektrickým proudem. Hlavním zaměřením je bezpečnost provozu silnoproudých zařízení a elektrických síťových rozvodů. Podrobně jsou probírány jednotlivé způsoby ochrany před nebezpečným dotykem živých částí a způsoby ochrany neživých částí.

3. ČSN 34 0130 (1970) – Předpisy pro povrchové cesty a vzdušné vzdálenosti.

V normě jsou stanoveny způsoby posuzování povrchových cest a vzdušných vzdáleností za různých podmínek při navrhování a konstrukci elektrických a elektronických přístrojů a zařízení. Limitní hodnoty jsou uváděny ještě ve starší tabulkové formě a proto se v některých oblastech napětí poněkud odlišují od hodnot uváděných v ČSN 36 7000. Jsou však uváděny hodnoty pro čtyři různé druhy prostředí, v němž zařízení pracuje.

4. ČSN 35 6501 (1972) – Elektronické měřicí přístroje. Bezpečnostní ustanovení.

Tato norma obsahuje vybrané články z ČSN 36 7000 a dosti dobře se s ní shoduje. Navíc jsou uvedeny požadavky na konstrukci přístrojů v bezpečnostní třídě III a zkoušky izolace a měření unikajícího proudu pro třídu I.

5. ČSN 36 7004 (1973) – Elektronické sdělovací přístroje bateriové. Bezpečnostní ustanovení.

Norma obsahuje základní bezpečnostní požadavky na bateriové sdělovací přístroje a uvádí metody elektrických klimatických a mechanických zkoušek.

6. ČSN 36 9060 (1985) – Zařízení a přístroje na zpracování dat. Bezpečnostní ustanovení.

Jsou uváděny hlavní zásady ochrany před nebezpečným dotykem a nejdůležitější požadavky na konstrukci. Dále jsou popsány elektrické a mechanické zkoušky.

7. ČSN 34 5611 (1981) – Elektrické zkoušky elektrických předmětů.

V normě jsou uvedeny obecné předpisy pro zkoušky elektrických předmětů, měření izolačního odporu, zkouška elektrické odolnosti, měření unikajícího proudu, oteplovací, zkouška a zkouška odolnosti izolačních částí proti plazivým proudům.

8. ČSN 33 0330 (1980) – Krytí elektrických zařízení. Předpisy a metody zkoušení.

Jsou popsány druhy krytí elektrických předmětů a vytipovány přednostní stupně ochrany.

9. ČSN 34 5688 (1983) – Zkouška odolnosti vůči vnějším vlivům. Zkouška vlhkým teplem konstantním.

Norma uvádí podrobný popis zkoušky vlhkým teplem konstantním včetně konkrétních návodů na získání vhodného měřicího prostředí.

#### c) Normy doplňující

1. ČSN 34 3100 (1967) – Bezpečnostní předpisy pro obsluhu

# MIKROPOČÍTAČOVÝ VÝVOJOVÝ SYSTÉM JPR-1Z

Ing. Eduard Smutný

(Dokončení z AR řady B, č. 6/1985)

Jedině díky jednoduchým obvodům refreše se při zachování našich konstrukčních zásad pro plošné spoje podařilo dostat na desku 48 Kbyte paměti.

Dekodér adresy na desce RAM-1 je realizován pamětí PROM MH74S287, která je pro možnost výměny v objímce. Tento dekodér rozpozná každé jednotlivé „kilo“ paměti v rozsahu 64 Kbyte, neboť dekoduje adresy A10 až A15. Díky tomu je možné maximálně využít adresového prostoru, i když budeme mít některé části obsazeny jinými deskami. Navíc je vývod č. 14 paměti PROM vyveden na konektor sběrnice K1/21 jako signál MAP. Paměť PROM MH74S571 můžeme v závislosti na signálu MAP desku vybírat, nebo její výběr potlačit a tím zvětšovat kapacitu paměti nebo měnit její adresaci dynamicky programem. Těto vlastnosti není v systému SAPI-1 zatím využito, neboť by to znamenalo zásah do sběrnice systému, ale uživatel si to dovolit může. Na desce RAM-1 je signál MAP zkratován spojkou na zem. Pro jeho použití je nutné tuto spojku, tvořenou vodičem na desce s plošnými spoji, přerušit!

Deska RAM-1 má vlastní obvod, který hlídá připojené napětí +12 V v závislosti na napětí -5 V. Jako multiplexery adresy jsou použity obvody 74153, protože obvody 74157 jsou díky své oblibě blízko „výhybní“.

## Řadič RMP-1

Řadič magnetického pásku je určen pro připojení standardní magnetopáskové jednotky k systému SAPI-1. Protože většina funkcí řadiče je zajišťována programově, nestihne řadič větší přenosovou rychlost než 10 000 byte/s. Proto se řadič RMP-1 používá pro připojení malých magnetopáskových jednotek IZOT z BLR, které mají rychlost posuvu pásku odpoví-

dající rychlosti čtení a zápisu 10 000 byte/s. Nejvhodnější je typ CM 5300 01. Magnetický pásek o šířce 1/2 palce je dodnes jedno z nepoužívanějších médií pro záznam dat. Pro systém SAPI-1 má magnetický pásek zejména tu výhodu, že je natolik standardizován způsob záznamu a formát záznamu, že jsou pásy přenositelné na systémy SMEP, SAPI-R a JSEP. Vzniká tak možnost pořizovat na systému SAPI-1 data pro větší počítače a naopak číst data zpracovaná na velkých počítačích. Podobně kompatibilním médiem je samozřejmě i floppydisk, ale málokterý velký počítač u nás má „flopy“ připojeny.

Deska RMP-1 je adresována jako periférie (IOR, IOW). Proto může být jak v jednotce JZS-1, tak v JPN-1. Deska má pevnou adresu a zabírá 12 adres od C0 HEX. Na desce jsou dva obvody 8255 a jeden časovač 8253. Jeden obvod 8255 pracuje v módu 1 a zajišťuje výstup dat na pásku (data WD7 až WD0) a vstup dat při čtení (RD7 až RD0). Při zapojování kabelů pásku je nutné pamatovat na to, že dříve se označovaly bity v opačném pořadí (viz JPR-12) – proto mají WD7 a RD7 nejnižší váhu (jako dnes bit D0). Druhý obvod pracuje v módu 0 a jdou přes něj řídicí signály pro pásek (vpřed, vzad atd.) a stavové signály z pásku (začátek, konec pásku, ochrana zápisu atd.). Časovač generuje zápisový kmitočet 10 kHz a pomáhá zjišťovat mezery mezi bloky.

K řadiči je možno připojit dva pásy. Pro začlenění pásku do systému je k dispozici řídicí program a testovací programy.

Určitou zajímavostí u této desky je to, že jsme se pokusili ve spolupráci s uživateli navrhnout desku s plošnými spoji pro RMP-1 počítačem. Jak to dopadlo, vidíte na obr. 74. Na obr. 75 je konečná verze desky, jejíž plošné spoje byly navrženy „ručně“ naší konstruktérkou V. Sivan-skou.

## Řadič RPD-1

Řadič pružného disku se skládá ze dvou vzájemně propojených desek RPD-1A a RPD-1B. Pro mnohé amatéry bude asi nepochopitelné, proč je řadič na dvou deskách, když řadič s obvodem WD1971 potřebuje „kolem sebe“ jen pár součástek. Prostě jednočipový řadič jako WD1971 nebo 8272 zatím nemáme. Výroba a vývoj takového obvodu znamená mít zajištěn odbyť např. 20 000 kusů ročně a naše roční produkce floppydiskových pamětí je asi 6000 kusů. Také naše produkce mikropočítačů je tak malá, že se jen velmi těžko vybírají obvody, které by šly na odbyť ve velkém. Známe většinou osud bipolární mikroprocesorové řady MH3000, kterou všichni výzkumníci chtěli – když však zjistili, že není jednoduché s ní pracovat, klesl prodej na minimum. Další problém vývoje takového obvodu spočívá v tom, že řadič je složitější než procesor. Vývojáři obvodů se v TESLA VÚST, TESLA Rožnov a TESLA Píesňany teprve rodí a o tom, že dospívají velice rychle, svědčí např. jednočipový mikropočítač 8048, který navrhli v TESLA VÚST. Přesto si ještě musíme na jednočipový řadič floppydisku počkat.

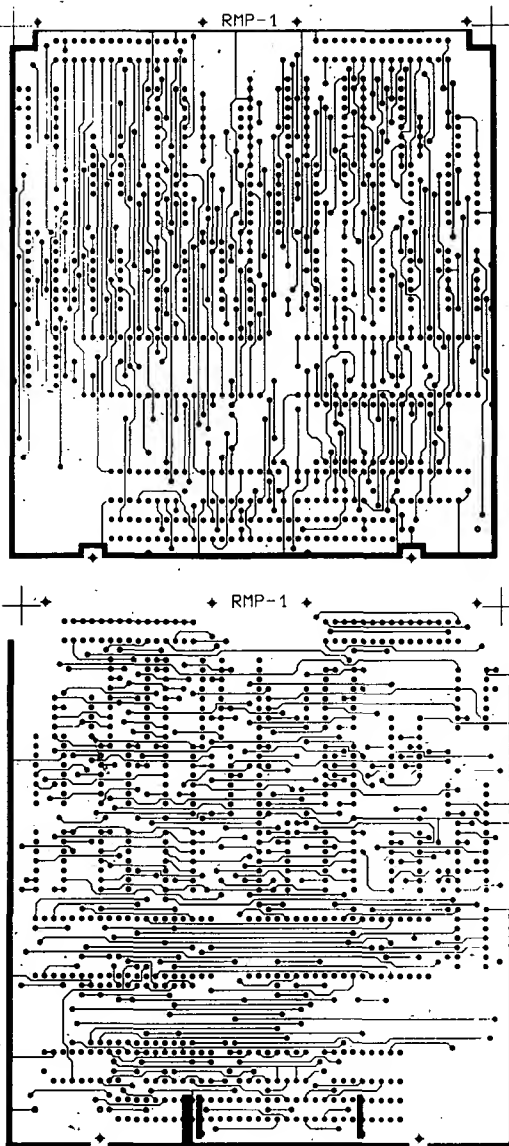
Řadič RPD-1 nám dal pořádně zabrat. Postavit řadič s přenosem dat DMA je součástkově náročné. Řadič s přenosem dat řízeným programem má zase problémy s rychlostí přenosu dat, protože každých 32 μs se přenáší jeden byte. Bylo nutné zapřemýšlet tak, až vznikly tři přihlášky na autorské osvědčení a pak se teprve počet součástek zmenšil na minimum, které bylo (pro tak malý systém jako SAPI-1) přijatelné. Víme dobře, že s obvody jako je Z80 SIO je možno postavit ještě jednodušší řadič, ale na druhé straně se nám vždy osvědčilo soustředit se na součástky zaručeně dostupné.

K realizaci dvoudeskového řadiče RPD-1 bylo nejprve nutné vyřešit problém vysokého kmitočtu přenášených dat. Mikroprocesor typu 8080 nezvládne přenos dat každých 32 μs. Data je totiž nutné nejen přenášet, ale i ukládat do paměti a počítat, neboť po přenesení například 131 byte je skončeno čtení dat z jednoho sektoru. V programu pro obsluhu dat z disku je nejprve čekací smyčka, která čeká na připravenost dat k převzetí (DATA READY), potom se data musí přechytit vstupní instrukcí a uložit do paměti na určitou adresu. Pak se musí adresa inkrementovat a musí se dekrementovat ukazatel počtu přenesených znaků a ještě se musí ukazatel počtu testovat, aby mohl být přenos ukončen včas. Tento sled instrukcí je časově na hranici, kdy procesor stačí přenášet data „bez ztráty kytíčky“. Tudy cesta tedy nevedla a to zejména proto, že je nutné navíc sledovat čas, aby program nečekal na data třeba hodinu při špatné funkci čtení nebo při vyndání diskety z mechaniky uprostřed čtení.

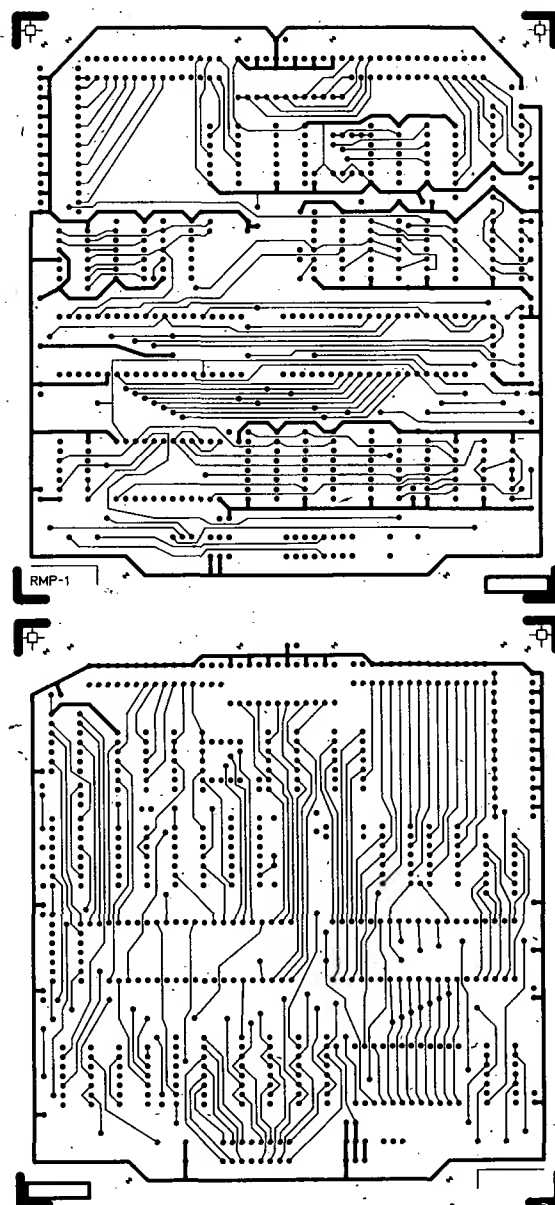
Proto jsme navrhli speciální uspořádání stavového registru řadiče, které umožnilo využít málo používané instrukce PCHL k urychlení programu, zajišťujícího přenos dat při čtení a zápisu. Stavový registr je 8bitový a skládá se ze tří částí. Spodní dva bity D1 a D0 jsou při čtení vždy nulové. Další tři bity mají význam skutečné informace o stavu řadiče. Bit D2 = „1“ jen tehdy, jsou-li připravena data k převzetí (při čtení), nebo jsou-li požadována nová data (při zápisu). Převzetím nebo předáním dat se bit D2 (DATA READY)

- a práci na elektrických zařízeních.
2. ČSN 34 3105 (1967)  
Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci ve zkušebních prostorách.
3. ČSN 34 3500 (1965)  
První pomoc při úrazech elektrinou.
4. ČSN 01 3310 (1977)  
Značky pro elektrotechnická schémata.
5. ČSN 03 8203 (1980)  
Koroze kovů. Klasifikace korozní agresivity atmosféry.
6. ČSN 34 0165 (1973)  
Předpisy pro značení holých a izolovaných vodičů barvami nebo číslicemi.
7. ČSN 34 0270 (1959)  
Predpisy pre triedenie materiálův na izoláciu elektrických strojův a prístrojův podľa ich tepelnej stálosti v prevádzke.
8. ČSN 34 0350 (1965)  
Předpisy pro pohyblivé přívody a pro šňůrová vedení.
9. ČSN 34 0420 (1960)  
Předpisy pro ochranné svorky na elektrických předmětech.

10. ČSN 34 1020 (1977)  
Předpisy pro dimenzování a jistění vodičů a kabelů.
11. ČSN 34 5550 (1976)  
Grafické značky používané na elektrických předmětech.
12. ČSN 34 7503 (1980)  
Upravené šňůry s neoddelitelnou vidlicí pro elektrické předměty.
13. ČSN 35 1300 (1975)  
Výkonové transformátorky.
14. ČSN 35 1325 (1972)  
Síťové napájecí transformátory.
15. ČSN 35 4733 (1977)  
Trubičkové pojistkové vložky pro přístrojové pojistky.
16. ČSN 35 4734 (1973)  
Držáky pro vložky přístrojových pojistek.
17. ČSN 35 8280 (1979)  
Odrušovací kondenzátory a tlumivky.
18. ČSN 37 0650 (1984)  
Šroubové svorky. Technické požadavky. Zkoušení.
19. ČSN 37 1550 (1960)  
Přístrojové svornice a svorkovnice.



Obr. 74. Pokus o navržení plošných spojů desky RMP-1 počítačem



Obr. 75. Deska s plošnými spoji (RMP-1), navržena bez pomoci počítače

automaticky nuluje. Bit D3 (TIME OUT) je přiveden z výstupu časovače 8253, který odměřuje čas na čtení nebo zápis. Trvá-li operace příliš dlouho, nastaví se bit D3 automaticky na „1“. Bit D4 je také přiveden z výstupu časovače 8253 ale z čítače, který počítá přenesená data. Tento čítač vlastně počítá, kolikrát se bit D2 (DATA READY) nastavil na „1“. Po načítání předprogramového počtu přenesených dat se bit D4 (OVFL) nastaví na „1“.

Další tři bity stavového registru D7, D6 a D5 jsou volitelné a mohou být před operací zapsány programem.

Je-li takto uspořádán stavový registr řadiče disku, pak na obsluhu přenosu dat stačí jednoduchý program. Nejprve přečte obsah stavového registru instrukcí IN do akumulátoru mikroprocesoru 8080A. Pak se akumulátor přenesou do registru L instrukcí MOV A, L a pak se realizuje instrukce PCHL, neboli skok podle registru H a L. Předpokládáme-li, že byl předem naplněn registr H konstantou, skočí program do osmi míst paměti podle stavů bitů D4, D3 a D2. Jednotlivá místa skoků budou od sebe vzdálena o 4 adresy,

protože bity D1 a D0 stavového registru řadiče jsou vždy nulové. A tak díky jedné instrukci umíme rozpoznat, jsou-li připravena data, nebo byl-li překročen čas operace, nebo jedná-li se o poslední přenášný znak. Na každé místo skoku můžeme napsat instrukci JMP, která přenesou program do obsluhy chyby při překročení času nebo pro ukončení přenosu. Obsah stavového registru při DATA REA-

DY = „0“ je volen tak, aby skok směřoval přímo na instrukci IN, která čte stavový registr řadiče. Díky uvedenému triku s instrukcí PCHL a zapojení stavového registru (zapojení je chráněno PV 5-85F) můžeme i s použitím dlouhých instrukcí IN a OUT stihnout bez problémů přenos dat z disku.

Dále bylo nutné vyřešit oddělení dat a hodinového signálu a rozpoznávání

Značka	HEX	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
Značka neplatných dat	C7	1	1	0	0	0	1	1	1								
	F8	1	1	1	1	1	1	0	0	0							
Značka platných dat	C7	1	1	0	0	0	1	1	1								
	FB	1	1	1	1	1	1	0	1	1							
Značka hlavičky sektorů	C7	1	1	0	0	0	1	1	1								
	FE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0						
Značka indexu	D7	1	1	0	1	0	1	1	1	1							
	FC	1	1	1	1	1	1	1	0	0							

Obr. 76. Značky použité na disketě 8" (formát IBM); C – „hodiny“, D – data

Zkratka	Org. název	Čs. název
SH	Source Handshake	řízení přenosu vysílače
AH	Acceptor Handshake	řízení přenosu přijímače
L	Listener	posluchač
T	Talker	mluvčí
DC	Device Clear	nulování přístroje
DT	Device Trigger	spouštění přístroje
RL	Remote Local	dálkové/místní ovládání
PP	Parallel Poll	paralelní hlášení
SR	Service Request	žádost o obsluhu

Obr. 77. Přehled interfejsových funkcí IMS-2

značek, které jsou na disku označeny chybějícími hodinami (obr. 76). Po vyřešení všech těchto problémů jsme navrhli řadič RPD-1, který umí ovládat dvě diskové jednotky a to buď standardní pro diskety 8" (CONSUL 7113), nebo mini pro diskety o průměru 5,25" (NDR, BLR, MLR). Tyto jednotky se volí propojkami na deskách RPD-1A a RPD-1B.

Uspěšně vyřešení řadiče pružných disků nám otevřelo cestu k přechodu na operační systém CP/M a vyvolalo tak rekonstrukci procesoru JPR-1 na JPR-1A.

#### RKP-1

Deska řadiče kazetopáskové paměti KPP800 se zatím do výroby nepřipravuje pro nedostatek médií a menší provozní spolehlivost. Deska byla vyřešena do úrovně funkčního vzorku. Pro sériopara-

lelní převod při čtení a záznamu se používá obvod 8251A. Na desce je tester polynomu, CRC, který dovoluje kontrolovat data pomocí současněho čtení při záznamu. Počítá se však se zavedením do výroby této desky v příštích letech, aby bylo možné číst data zapsaná na pořizovačích z NDR.

#### Deska DPS-1

Deska přístrojové sběrnice je určena pro aplikace, v nichž bude systém SAPI pracovat jako kontrolér sběrnice IMS-2 (HP-IB, IEEE-488, IEC-625). Tato nejrozšířenější sběrnice pro propojení měřicích přístrojů je mechanicky tvořena 25žilovými kabely, jejichž celková délka nesmí přesáhnout 20 m. Přenos informací pro sběrnici je sérioparalelní, datová sběrnice je osmibitová. Po této sběrnici se přená-

Označení	Název	Int. funkce
BM 536	programovatelný generátor 10 Hz až 12 MHz	AH1, L1
BM 546	programovatelný generátor 10 kHz až 110 MHz	AH1, L1
BP 5461	programovatelná modulační jednotka AM, FM	AH1, L1
BM 569	programovatelný generátor 50 kHz až 1 GHz	AH1, L2, DC1, RL1, PP1
BM 592	programovatelný generátor 0,1 Hz až 19,9 MHz	AH1, L2, DC1, RL1, PP1
BM 547	programovatelný zesilovač 0 až 120 dB do 1000 MHz	AH1, L1
BM 577	programovatelný zesilovač 0 až 125 dB do 1 GHz	AH1, L1, RL1, PP1
BM 552	programovatelný vektorvoltmetr 1 až 1000 MHz	SH1, AH1, T6, L3, SR1
BP 5521	jednotka pro měření parametrů S	AH1, L1
BM 553	vektorový analyzátor 0,1 až 1000 MHz	SH1, AH1, T5, L1
BM 640	univerzální čítač 10 Hz až 100 MHz	AH1, SH1, T5, L3
BM 642	univerzální čítač do 1,25 GHz	bude stanoveno
BM 559	RLCG most-voltmetr	AH1, SH1, T7, L4, PP2
BM 595	měřič RLCG	SH1, AH1, T5, L3
BM 572	programovatelný zdroj napětí 2× 0 až ±30 V	AH1, L1, DC1, RL1, PP1
BS 575	programovatelný zdroj napětí a proudu 30 V/1 A	AH1, L1, DC1, RL1, PP1
BM 568	Logimat 2, tester obvodů TTL a CMOS	AH1, L1

Obr. 78. Přehled přístrojů k. p. TESLA Brno, majících IMS-2

Zapojení konektoru				Systém JPR-1			
Č.	Signál	Název	Typ	Č.	Signál	Název	Typ
1	0 V	zem	NAP	2	0 V	zem	NAP
3	RD	čtení	OUT	4	WR	zápis	OUT
5	D1	data	BD	6	D0	data	BD
7	D3		BD	8	D2		BD
9	D5		BD	10	D4		BD
11	D7		BD	12	D6		BD
13	AT	adresa	OUT	14	A0	adresa	OUT
15	A3		OUT	16	A2		OUT
17	A5		OUT	18	A4		OUT
19	A7		OUT	20	A6		OUT
21	A9	žádost o obsluhu pro zakonč. odpory	OUT	22	A8	čtení stavu	OUT
23	A11		OUT	24	A10		OUT
25	SRQ		IN	26	INH		OUT
27	+5 V		OUT	28	RES		OUT
29	0 V	zem	NAP	30	0 V	zem	NAP
Číslo konektoru: X <sub>3</sub> Deska/zařízení: DPB-1 Klíčování:				Konektor: Protikus:			

Obr. 79. Zapojení konektoru X<sub>3</sub> desky DPB-1

šejí nejen data, ale i adresy a interfejsové zprávy. Další 8 vodičů sběrnice je vyhrazeno pro řízení přenosu zpráv a dohled nad systémem. Informační měřicí systém IMS2 je schopný nejen rozsáhlého měření, ale i regulace. Na obr. 77 je uveden soubor tzv. interfejsových funkcí, jejichž část musí umět funkční jednotka, připojená ke sběrnici IMS-2. Na obr. 78 je přehled měřicích a řídicích přístrojů vybavených interfejsem IMS-2 z výroby k. p. TESLA Brno.

Základem desky DPS-1 jsou dva obvody 8255A, adresované jako periférie (IOR, IOW). Počáteční adresa desky je HEX „37“. Jeden obvod 8255A pracuje v módu 1 a řídí přenos dat po sběrnici. Druhý obvod 8255A generuje a vysílá řídicí signály (IFC, REN, EOI, ATN, SRQ). Vznik signálů NRFD, NDAC a DAV je svázán s přenosem dat a je řešen obvodově a ne programově. Deska je určena pro funkci kontroléru (řídící jednotky) sběrnice IMS-2 a není vhodná pro připojení systému SAPI-1 jako přístroje, protože časově nestíhá odezvu na ATN (200 ns). Ve funkci kontroléru však DPS-1 splňuje prakticky všechny požadavky na IMS-2. Zatím však není k dispozici univerzální programové vybavení pro IMS-2.

#### Deska DPP-1

Deska paralelních portů obsahuje dva obvody MHB8255A a hodí se zejména pro připojení děrnopáskových přídatných zařízení. Všechny výstupy z desky jsou zesíleny a na desce jsou přepínače, které dovolí nakonfigurovat desku pro různé aplikace. Díky zesilování výstupních signálů má tato deska příliš velký odběr proudu. Ukázalo se, že je někdy vhodnější použít jako porty přímo obvody TTL (jako je tomu na desce JPR-1), než používat sice vynikající obvody VLSI, avšak s nutností všechny signály ošetřit na správné úrovni. Podobné řešení zvolila firma IBM u počítače IBM PC XT, když realizovala interface pro tiskárnu přímo z obvodů TTL (i když mohla využít obvodů 8255A).

#### Deska DPB-1

Deska propojení busů DPB-1 je základní deska pro rozšíření systému SAPI-1 o jednotku JPN-1 (nebo pro připojení systémů vstupů a výstupů VVS-1). V případě, že nerozšiřujeme najednou systém i o periférie i o vstupy a výstupy, zůstane polovina desky nevyužita. Vzhledem k malému počtu součástek na desce DPB-1 není „poloviční využití“ desky na závadu. Cílem bylo, aby desky pro rozšíření systému nezabíraly zbytečně mnoho pozic v základní jednotce.

Deska DPB-1 má dva 30pólové konektory pro připojení kabelů. Schematické znázornění připojení JPN-1 a VVS-1 k desce DPB-1 je u popisu desky ZPD-1. Na obr. 79 je zapojení konektoru X<sub>3</sub>, přes který se připojuje systém vstupů a výstupů. Konektor tvoří začátek speciální sběrnice, pracující na úrovních logiky TTL. Sběrnice umožňuje připojit až 14 jednotek JVV-1C. Sběrnice pro připojení jednotek má 8 datových signálů D0 až D7, podobně jako sběrnice IMS-2. Adresových signálů je na sběrnici 12. Protože jsou adresy A0 až A11 vlastně pouze zesílenými adresami mikropočítače, zabírá deska DPB-1 adresový prostor 4 Kbyte paměti. Na rozdíl od ostatních sběrnic



jsou jednotlivé skupiny adres přesné vyhrazeny pro určité použití.

Spodní tři adresové bity A2, A1, A0 jsou tak zvané adresy bitu pro systém vstupů a výstupů. Některé desky systému VVS-1 umí pracovat s jednotlivými bity. To je proto, abychom mohli třeba u výstupní desky nastavit nebo nulovat pouze určitý bit, aniž bychom ovlivnili ostatní bity ve slově. Adresové bity A4, A3 adresují port na desce. Celkem tedy může být na desce vstupů a výstupů 32 bitů (4 porty a 8 bitů). Adresové bity A7, A6, A5 adresují desku v jedné ze 14 jednotek JVV-1. V jedné jednotce tedy může být 8 desek (neboli 256 vstupů nebo výstupů). Adresové bity A11, A10, A9, A8 adresují jednu ze 14 jednotek JVV-1C. Jednotek by ve skutečnosti mohlo být 16, avšak místo jedné jednotky je adresována jednotka JPN-1 a jeden blok adres (256 byte) je vyhrazen pro obsluhu přerušení z jednotek JVV-1C.

Další signály sběrnice po připojení systému vstupů a výstupů jsou obvyklé čtení (RD) a zápis (WR). Dalším řídicím signálem je RESET z počítače. Signál SRQ je žádost o přerušení a oznamuje procesoru, že některá jednotka a v ní některá deska žádá o přerušení. V první fázi realizace systému VVS-1 jsme zatím nepoužili přerušení na žádné desce. Postupně však bude přerušovací systém využíván. Důležitým signálem je INH. Tento signál mění adresaci systému VVS-1 a to tak, že neadresujeme jednotku po 256 bytech, ale přímo po sobě. Adresy paměti FE00, FE01 až FE0D jsou vyhrazeny pro adresaci jednotlivých řídicích desek jednotek JVV-1V (desky se nazývají RDV-1C). Pomocí těchto adres se vygeneruje signál INH a lze číst z každé jednotky stavové bitu je pak vidět, které desky žádají o přerušení. Pomocí zápisu na tyto adresy můžeme přerušení po obslužení na jednotlivých deskách vynulovat. Tento systém pracuje obdobně jako funkce PARALLEL POLL u sběrnice HP-IB (IMS-2). Dále jsou na sběrnici čtyři „země“ a napětí +5 V k napájení zakončovacích rezistorů u poslední desky RVD-1 v poslední jednotce, která je připojena.

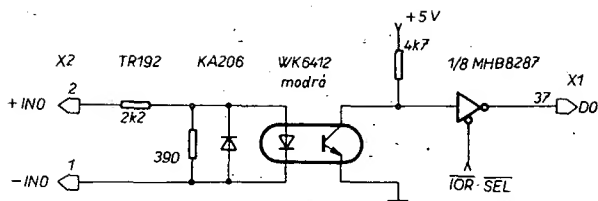
Důležité je si všimnout, že signály jsou inverzní (data, adresy i řízení). Je to proto, aby mohly být na deskách RVD-1 zpracovány tvarovači 74LS14.

Zapojení jednotky JPN-1 je dostatečně popsáno u desky ZDP-1, takže se jím nebudeme nyní zabývat.

Na desce DPB-1 jsou vlastně pouze zesilovače pro signály sběrnice a dekodér adresy, který vybírá poslední 4 Kbyte paměti. Dekodér adres je tvořen pamětí PROM, takže adresace systému VVS-1 a jednotky JPN-1 je možno měnit. Dokonce by bylo možné připojit i několik systémů VVS-1, myslím si však, že  $8 \times 4 \times 8 \times 14 = 3584$  vstupů nebo výstupů je dostatečný počet pro všechny aplikace.

#### DAP-1

Digitálně analogový převodník je důležitou součástí řídicího systému. Pomocí něj může mikropočítač řídit servosystém třeba motoru, nastavovat referenční napětí pro regulátor teploty nebo ovládat analogový zapisovač. Na desce DAP-1 jsou čtyři osmibitové převodníky D/A, MDAC08. Každý převodník má svůj osmibitový registr, do něhož je možno zapsat



data instrukcí OUT (IOW). Výstupní napětí převodníků je 0 až +5 V nebo -5 V až +5 V podle nastavení propojek u každého ze čtyř převodníků. Všechny čtyři převodníky mají společný zdroj nastavitelného referenčního napětí (okolo 10 V). Díky tomu není možné nastavit u každého výstupního napětí přesně +5 V při plném požadovaném napětí. Rozptýl parametrů jednotlivých převodníků MDAC08 je poměrně veliký. Tato skutečnost však obvykle není na závadu, neboť většina zařízení, která budou deskou DAP-1 ovládána (servosystém, zapisovač), má vlastní regulaci citlivosti nebo zesílení.

Převodník o délce 10 až 12 bitů budou v budoucnu součástí systému VVS-1, který má sběrnici na úrovních CMOS. U sběrnice na úrovních TTL je na „zemích“ příliš mnoho rušení, než aby bylo možno dosáhnout větší přesnosti převodníků D/A.

#### ADP-1

Deska ADP-1 je 16kanalový převodník A/D, měřící ve dvou rozsazích napětí 0 až +0,999 V. Základem desky je integrovaný převodník A/D CS20D z NDR. Deska je adresována jako periférie (IOR a IOW) a je na ní volič 16 možných adres. Výstupní instrukcí se nejprve zvolí jeden ze 16 kanálů a požadovaný rozsah (1:10). Současně se zápisem se spustí vlastní měření. Instrukcí čtení pak čteme stavový bit D7, který říká, kdy je měření ukončeno. Měří se rychlostí 48 až 168 převodů/s. Je-li měření ukončeno, dostaneme přímo ve stavovém slově polaritu a horní 4 bity výsledku. Na další adrese si pak přečteme spodních 8 bitů výsledku. Čtený údaj je v dekadickém tvaru, takže je vhodný pro MICROBASIC. I tato deska slouží, podobně jako DAP-1, pouze k zaplnění mezery v sortimentu systému SAPI-1. Další typy rychlých a přesnějších převodníků budou součástí systému VVS-1.

#### Deska DRV-1

Další deskou určenou k řízení je deska DRV-1, deska reléových výstupů, která obsahuje 8 relé RP 210, z nichž je na konektor vyvedeno 8 spínacích kontaktů. Jako registr zapsaných dat je použit obvod MH3212; takže je nutné do desky zapsat vždy celé slovo. Nelze tedy změnit pouze stav jednoho výstupního kontaktu, neznáme-li předchozí stav všech kontaktů. To je však věc programu. Deska je adresována jako periférie (IOW) a je určena do jednotek JZS-1 nebo JPN-1. Relé se napájí z napětí +12 V počítače. Vyrábí se i verze s relé na +24 V a napájení těchto relé zajišťuje uživatel přes konektor X2. Adresace desky je volitelná jen omezeně, takže mohou být v systému pouze dvě desky (HEX F8 a HEX FA). Povolená zátěž kontaktů relé je 24 V/0,1 A. Každý kontakt je zcela oddělen od ostatních. Přesto je nutné, pro dodržení bezpečnosti, spínat pouze ta napětí, která jsou od sítě oddělena transformátorem s izolací 4 kV. Na desce jsou paralelně ke kontaktům omezovací diody KZL81/40 pro ochranu kontaktů. Při aktivním signálu RESET je registr vynulován a všechny kontakty se rozpojí.

Obr. 80. Zapojení vstupu desky DOV-1

#### Deska DOV-1

Deska s optoelektronickými vazebními členy na vstupech slouží k snímání dvouhodnotových signálů s úrovněmi 0 V a +24 V. Deska má dva vstupní konektory X2 a X3, v každém je 16 kontaktů. Jednotlivé vstupní signály se přivádějí dvěma vodiči, je třeba dodržovat správnou polaritu připojení. Vstupy jsou označeny jako +IN 0 a -IN 0 až +IN 15 a -IN 15. Každý vstup je zcela oddělen od ostatních, ale pro dodržení norem je nutné, aby externí zdroj +24 V měl izolaci transformátoru zkoušenou na 4 kV. Zapojení jednoho vstupu desky DOV-1 je na obr. 80. Jak je vidět, odběr ze zdroje signálu je asi 10 mA při úrovni +24 V. Vstup není opatřen žádným filtračním členem, aby bylo použito univerzální. Deska je adresována jako periférie (IOR) a má dvě adresy. Čtením z první adresy (HEX A0) se čtou vstupy z konektoru X2 (IN 0 až IN 7) a čtením druhé adresy (HEX A1) se čtou vstupy z konektoru X3 (IN 8 až IN 15). Deska neinvertuje vstupní úroveň a proto se úroveň +24 V přečte jako jednička a úroveň 0 V jako nula. Úroveň rozhodování je přibližně +12 V. Optoelektronické vazební členy jsou, však vyráběny s poměrně širokými tolerancemi a proto je rozsah „nuly“ na vstupu 0 V až +8 V a „jedničky“ +16 V až +24 V. Maximální vstupní napětí je +28 V. Adresaci desky je možné změnit, protože dekodér adresy je tvořen pamětí PROM MH74S287, která je v objímce. Na obr. 81 je popis konektoru X2. Konektor X3 je zapojen shodně pro dalších 8 vstupů.

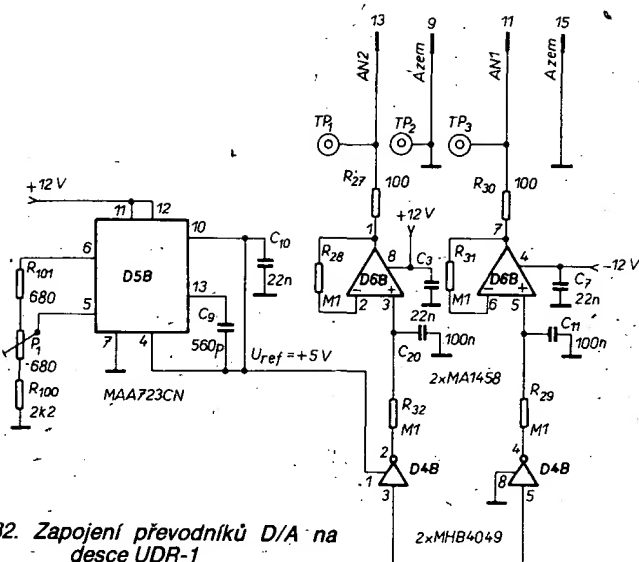
#### Deska UDR-1

Univerzální deska řízení je určena pro malé řídicí a laboratorní systémy. Pro mikropočítačový systém SAPI-1 znamená tato deska: 8 vstupů kontaktních proti zemi a nebo na úrovních TTL. Z těchto osmi vstupů jsou čtyři přerušovací a o přerušení je žádáno při změně úrovně na log. 1 i na log. 0. 8 výstupů slouží ke spínání zátěže až 24 V/0,1 A. Dále deska obsahuje časovač 8253, v němž je první

Zapojení konektoru		Systém JPR-1	
Č.	Signál	Č.	Signál
1	-IN0	2	+IN0
3		4	
5	-IN1	6	+IN1
7		8	
9	-IN2	10	+IN2
11		12	
13	-IN3	14	+IN3
15		16	
17	-IN4	18	+IN4
19		20	
21	-IN5	22	+IN5
23		24	
25	-IN6	26	+IN6
27		28	
29	-IN7	30	+IN7

Číslo konektoru: X2  
Deska/zařízení: DOV-1

Obr. 81. Tabulka zapojení konektoru X2 desky DOV-1



Obr. 82. Zapojení převodníků D/A na desce UDR-1

čítač použit jako předdělič kmitočtu 2 MHz pro druhý čítač, který pracuje jako časovač s přerušením po načítání zadávaného počtu impulsů. Poslední čítač časovače buď čítá externí impulsy TTL, nebo může být zdrojem signálu programovatelného kmitočtu, nebo programovatelné střídavy zvoleného kmitočtu. Dále jsou na desce dva převodníky D/A: 0 až +5 V, pracující na principu šířkové modulace pevného, referenčního kmitočtu impulsů. Přerušení od vstupů a časovače je maskovatelné a žádost o přerušení je možné zkontrolovat čtením stavového slova. Deska je adresována jako periférie (IOR a IOW) a horní čtyři bity adresy desky jsou volitelné přepínačem DIL. Vstupy jsou ošetřeny filtry RC a tvarovači 74132. Výstupy jsou zesíleny obvody 75450. Na desce je jeden obvod 8255 (port A vstupy, port B výstupy, port C řízení přerušení a časovače) a dva obvody 8253 (dělič, časovač, čítač a převodníky D/A). Jedna z možných aplikací desky je připojení prvku řídicího panelu (tlačítka, žárovky, analogové indikátory) pro ovládání řízení procesu nebo technologického zařízení. Tato deska umožňuje i programově řídit pohony s krokovými nebo stejnosměrnými motorky i se snímáním stavu koncových spínačů a polohy řídicího kniplu.

Na obr. 82 je zapojení převodníků na desce UDR-1. Obvody CMOS pracují jako přesné spínače referenčního napětí.

#### UDC-1

Univerzální deska čítačů je osazena čtyřmi obvody 8253. Pro maximální možnost využití obvodu 8253 jsou všechny vstupy a výstupy obvodů vyvedeny na konektory X<sub>2</sub> a X<sub>3</sub> (30 vývodů FRB). Obvod 8253 obsahuje tři 16bitové čítače. Každý čítač má hodinový vstup, hradlovací vstup hodin a výstup. Hodinové a hradlovací výstupy jsou odděleny od konektoru invertujícími tvarovači (74LS14) a vstupy jsou ošetřeny rezistory z větve +5 V. Výstupy jsou odděleny s otevřeným kolektorem a také ošetřeny rezistory. Kabelem, případně spojkami na konektoru kabelu je možno zapojit libovolný čítač na desce jako čítač impulsů, generátor signálu pro

měnného kmitočtu, generátor signálu pevného kmitočtu s proměnnou střídou, dělič kmitočtu nebo monostabilní obvod. Těchto funkcí se dosáhne díky tomu, že obvod je možné naprogramovat v šesti různých režimech – módech.

Celkem tedy deska obsahuje dvanáct 16bitových čítačů s maximálním vstupním kmitočtem 2 MHz. K měření časových intervalů nebo pro generování signálu stabilního kmitočtu je na konektory vyveden signál o kmitočtu 1 MHz, odvozený od hodinového signálu procesoru. Tento referenční signál je možné zavést na vstup libovolného čítače. Tři výstupy jednoho z obvodů 8253 je možno propojkami spojit s žádostí o přerušení (INT 0 špička 62 sběrnice ARB-1). Tím je možné využít čítače k časování v řídicích systémech. Deska je adresována jako periférie (IOR a IOW) a může pracovat v jednotce JZS-1 nebo JPN-1.

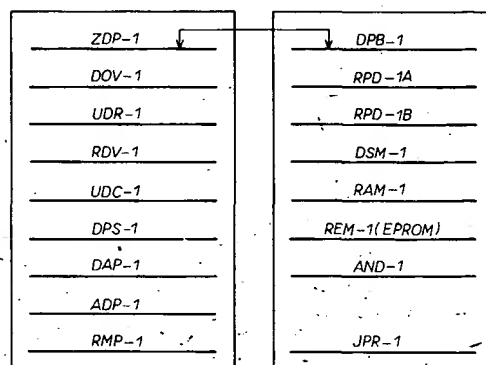
Pro představu o využití dosud uvedených desek v systému SAPI-1 je na obr. 83 znázorněna neobsáhlejší konfigurace systému SAPI-1. Na obr. 84 je přehled připojitelných přídatných zařízení k uvedeným deskám.

#### JPN-1

Jednotka propojení JPN-1 slouží k rozšíření základního systému SAPI-1 o dalších 8 desek. Po mechanické stránce je JPN-1 shodná s jednotkou JZS-1. V jednotce JPN-1 je jiná sběrnice, která se nazývá IOB-1. Tato sběrnice je určena pouze pro desky s adresovací IO (IOR, IOW). První deska zleva v jednotce JPN-1 musí být deska ZDP-1, která zajišťuje spojení mezi JPN-1 a základní sestavou.

Deska	Přídavná zařízení	Pozn.
RPM-1	IZOT CM5300.01	mag. pásek
RPD-1	CONSUL 7113 MOM 6400 ROBOTRON K5600.00	floppy 8" floppy 8" floppy 5,25"
DPS-1	přístroje TESLA Brno	obr. 78
DPP-1	FS 1503 DT 105 DZM 180 CONSUL 2111	snímač DP děrovač DP tiskárna tiskárna
JPR-1 JPR-1A	CONSUL 259.11 CONSUL 2111 ROBOTRON K6311	klávesnice tiskárna tiskárna
DSM-1	CM 7202 CM 1601	terminál terminál

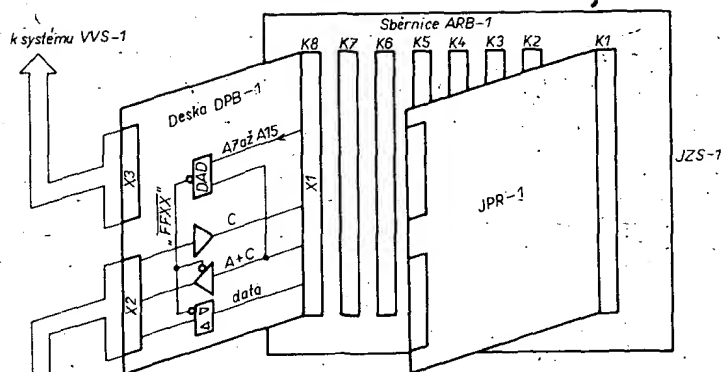
Obr. 84. Přehled přídatných zařízení systému SAPI-1



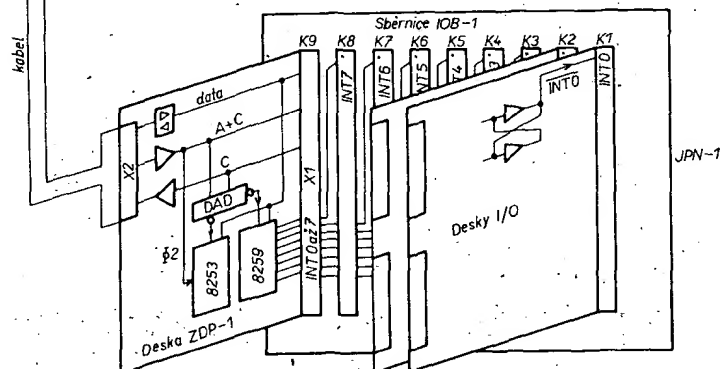
Obr. 83. Příklad maximální konfigurace systému SAPI-1

Zapojení konektoru		Systém JPR-1	
Č.	Signál	Č.	Signál
1	RTL	2	STSTB
3	RDY	4	M1
5		6	RES
7		8	IOR
9		10	IOW
11		12	
13		14	
15	+5 V	16	+5 V
17	+5 V	18	+5 V
19	0 V	20	0 V
21		22	
23		24	
25		26	
27		28	
29		30	
31	D4	32	D3
33	D6	34	D5
35	D2	36	D7
37	D0	38	D1
39	A1	40	A0
41	A3	42	A2
43	A5	44	A4
45	A7	46	A6
47		48	
49		50	
51	+12 V	52	+12 V
53	0 V	54	0 V
55	-5 V	56	-5 V
57	-12 V	58	-12 V
59		60	$\phi_2$
61	INTA	62	INTn
Číslo konektoru: X <sub>1</sub> až X <sub>8</sub> Deska/zařízení: IOB-1 Klíčování:		Konektor: Protikus:	

Obr. 85. Zapojení konekturů X<sub>1</sub> až X<sub>8</sub> sběrnice IOB-1



Obr. 86. Rozšíření systému SAPI-1 o jednotku JPN-1



Podrobnější popis funkce jednotky JPN-1 je u desky ZDP-1.

#### IOB-1

IOB-1 je sběrnice jednotky JPN-1. Na této sběrnici není procesor a místo něj generuje signály sběrnice desky ZDP-1. Na obr. 85 je zapojení konektorů pro desky periférií, které se zasouvají do desky IOB-1. Sběrnice má paralelní systém přerušování zajišťovaný na desce ZDP-1 obvodem 8259. Adres je na sběrnici pouze 8, protože adresace periférií u mikroprocesoru 8080A je pouze osmibitová. Ve skutečnosti se však jedná o desku pracující ve sběrnici IOB-1 základnímu systému a procesoru JPN-1 jako paměť.

Pro rozšíření systému SAPI-1 o jednotku se sběrnici IOB-1 je nutné objednat desku DPB-1, jednotku JPN-1 a kabel. Sběrnice IOB-1, deska ZDP-1 a zdroj ZDR-1A jsou pevnou součástí jednotky JPN-1.

#### ZDP-1

Základní deska propojení, ZDP, nahrazuje procesor v jednotce JPN-1. Deska ZDP-1 je pevnou součástí jednotky JPN-1 a dodává se vždy s touto jednotkou. Na rozdíl od procesoru JPN-1 v jednotce JZS-1 je deska ZDP-1 zasunuta v první pozici zleva. Deska sběrnice má „klíčovací“ konektory a proto ji není možné jinak zasunout. Deska ZDP-1 je propojena přes konektory s deskou DPB-1 (deska propojení busů), zasunutou v poslední levé pozici jednotky procesoru JZS-1. Desky jsou pak nad sebou a spojovací kabel s ostatními kabely se nekříží. Na obr. 86 je znázorněn princip připojení JPN-1 k SAPI-1.

Před popisem desky ZDP-1 je nutné připomenout základní fakta o sběrnici

IOB (Input Output Bus), která rozvádí signály od desky ZDP-1 k ostatním osmi pozicím v jednotce JPN-1. Sběrnice zachovává rozložení signálů na konektorech podle sběrnice ARB-1. Protože však do jednotky JPN-1 patří pouze desky periférií (IOR, IOW), chybí na sběrnici IOB signály MR, MW a adresy A7 až A15 a signály pro přenos DMA (HOLD, HLDA, AEN) a některé další, které náleží jen procesoru IEN a DEN. Tím, že na sběrnici IOB-1 není rozvedeno 8 nejvyšších adresových bitů, uvolnily se na konektorech špičky 23 až 30. Na konektorech pro jednotlivé desky periférií nejsou tyto špičky vůbec použity. Na konektoru pro desku ZDP-1 byly tyto špičky využity pro přivedení osmi signálů INT 0 až INT 7 z jednotlivých osmi desek pro periférie (špička 62 každé desky = INT n). Tak vznikl velice výkonný paralelní systém přerušování pro desky periférií. Jak uvidíme dále, na desce ZDP-1 je programovatelný řadič přerušování (obvod 8259) a ten umí rychle a dobře zpracovat žádosti o přerušování od jednotlivých desek periférií v jednotce JPN-1.

Na obr. 87 je zapojení konektoru X<sub>1</sub> desky ZDP-1. Tento konektor je vlastně výstupním konektorem desky ZDP-1, generuje signály adres a řídicí signály pro další desky periférií. Vstupním konektorem desky ZDP-1 je malý 30pólový konektor FRB (X<sub>2</sub>), který přijímá zesílené signály procesoru přes desku DPB-1. Z procesoru se přijímají signály adres A0 až A7 a signály STSTB, M1, RES,  $\Phi_2$  a INTA. Signály dat D0 až D7 jsou obousměrné. Signály čtení a zápisu jsou deskou DPB-1 vlastně „přejmenovány“. Přes desku DPB-1 se jednotka JPN-1 jeví jako „okno do paměti“ o velikosti 256 byte v adresovém prostoru FF00 až FFFF. Signály MR a MW přijdou deskou DPB-1 jako signály RD a WR a na desce ZDP-1 jsou zesíleny a pojmenovány jako IOR a IOW. V systému s jednotkou JPN-1 pak znamená čtení z adresy paměti FF10 totéž, jako instrukce IN 10. Rozdíl je pouze v tom, že v prvním případě čteme z desky periférie, mající adresu 10, umístěné v jednotce JPN-1

Č.	Signál	Č.	Signál
1	RTL	2	STSTB
3	RDY	4	M1
5		6	RES
7		8	IOR
9		10	IOW
11		12	
13		14	
15	+5 V	16	+5 V
17	+5 V	18	+5 V
19	0 V	20	0 V
21		22	
23	INT 0	24	INT 1
25	INT 2	26	INT 3
27	INT 4	28	INT 5
29	INT 6	30	INT 7
31	D4	32	D3
33	D6	34	D5
35	D2	36	D7
37	D0	38	D1
39	A1	40	A0
41	A3	42	A2
43	A5	44	A4
45	A7	46	A6
47		48	
49		50	
51		52	
53		54	
55		56	
57		58	
59		60	$\Phi_2$
61	INT A	62	

Číslo konektoru: X<sub>1</sub>  
Deska/zařízení: ZDP-1  
Klíčování:

Konektor:  
Protikus:

Obr. 87. Zapojení konektoru X<sub>1</sub> desky ZDP-1

a v druhém případě z desky periférie v základní sběrnici jednotky JZS-1. Tímto je možné použít v systému desku se stejnou adresou vlastně dvakrát. Je samozřejmé, že pro posledních 256 byte paměti musí být zablokovaný dekódery desek RAM v systému SAPI-1.

Všechny signály jsou zesíleny jak na desce DPB-1, tak na desce ZDP-1. Zesilovače na DPB-1 mají za úkol zesílit signály pro buzení spojovacího kabelu a zesilovače na ZDP-1 zajišťují buzení sběrnice IOB-1. Signály RTL, RDY a INT jsou naopak přivedeny ze sběrnice IOB-1 přes zesilovač na desce ZDP-1 na desku DPB-1 a pak na sběrnici ARB-1. Tím je zajištěna možnost generovat požadavek na RESET, WAIT a PRERUŠENÍ.

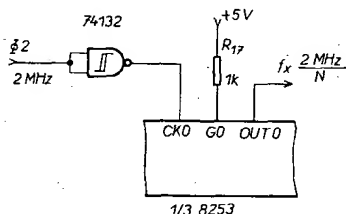
Deska ZDP-1 však není pouze zesilovací deskou. Na desce jsou dva obvody velké integrace a to čítač časovač 8253 a programovatelný řadič přerušování 8259. Tyto obvody jsou připojeny jako dva první obvody v jednotce JPN-1. Řadič přerušování je na adresách 0, 1, časovač na adresách

Adresa	Skutečná adresa	
0	FF00	programovatelný řadič přerušování, 8259
1	FF01	
2	FF02	řidič registr RTC a WD
3	FF03	RESET RTC (INT 0)
4	FF04	č0
5	FF05	č1
6	FF06	č2
7	FF07	řízení

Obr. 88. Adresace obvodů na desce ZDP-1

4, 5, 6 a 7. Na adrese 2 je speciální dvoubitový řídicí registr a zápisem na adresu 3 je možno nulovat klopný obvod žádosti o přerušení od tzv. hodin reálného času. Adresace desky ZDP-1 přes desku DPB-1 je na obr. 88.

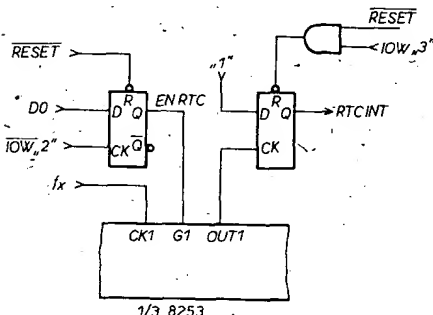
Důležité funkce pro řídicí systémy zajišťuje právě časovač 8253. Tento obvod má 3 šestnáctibitové čítače. Každý čítač má hodinový vstup (CK<sub>n</sub>), vstup povolení hodin (G<sub>n</sub>) a výstup (OUT<sub>n</sub>), kde  $n = 0, 1, 2$ . Na obr. 89 je zapojení čítače 0 na desce ZDP-1. Tento čítač pracuje v módu 2 jako



Obr. 89. Zapojení čítače 0 na desce ZDP-1

dělič kmitočtu. Vstupní signál má periodu 0,5  $\mu$ s a obvyklé je nastavit dělicí poměr na 2000 – na výstupu čítače 0 dostaneme impulsy s periodou 1 ms a to je pro časování v řídicích systémech vhodné rozlišení času. Výstupní signál z děliče je veden do hodinových vstupů čítače 1 a čítače 2.

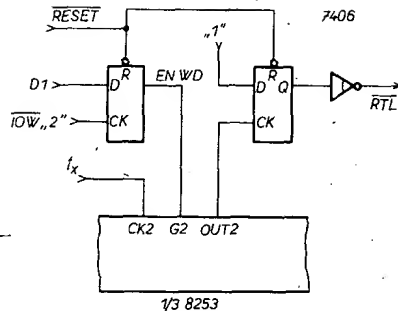
Čítač 1 (zapojení je na obr. 90) pracuje jako tzv. hodiny reálného času RTC (Real



Obr. 90. Zapojení čítače 1 na desce ZDP-1

Time Clock): Hradlovací vstup čítače je zapojen na klopný obvod ENABLE RTC. Tento obvod je součástí řídicího registru a lze jej nastavit nebo nulovat zápisem bitu D0 na adresu HEX 2 (přes desku DPB-1 na adresu FF02). Nebude-li na vstupu G1 jednička, čítač nepracuje. Výstup čítače přejde po načítání předvolaného počtu impulsů na „1“ a tím nastaví klopný obvod žádosti o přerušení na jedničku (RTC INT = „1“). Po obslužení žádosti je možné klopný obvod RTC INT vynulovat zápisem na adresu HEX 03. Čítač 1 obvodu 8253 můžeme naprogramovat buď tak, že bude periodicky žádat o přerušení (MÓD 2), nebo bude odměřovat čas od naprogramování čítače nebo od nastavení EN RTC na jedničku (MÓD 0).

Čítač obvodu 8253 pracuje jako tzv. watch dog (WD), neboli česky „hlídací pes“. Tento obvod se často používá v systémech, které nemají obsluhu. Program mikropočítače může „zabloudit“ nahodilou chybou systému a často pak probíhá v nekonečné smyčce, ze které není návratu – proto se používá čítač nebo časovač k odměření času v obvodu watch dog. Čítač čítá pevný kmitočet a jeho obsah se neustále s časem zvětšuje. Programátor má za úkol vložit do programu instrukce pro nulování tohoto čítače a to tak, aby čítač „nepřetekl“. Dejme tomu, že čítač



Obr. 91. Zapojení obvodu WATCHDOG na desce ZDP-1

přeteče do 100 ms. Pak je nutné nulovat tento čítač nejpozději za 99 ms a nepodaří-li se to, protože program zabloudí, čítač přeteče a dá systému „tvrď“ RESET. Program se vyvolá znovu a nic není ztraceno. Programy ovšem vyžadují speciální přístup programátora, aby správně obsluhoval časovač WD i při čekání na připravenost přídatných zařízení atd. Zapojení obvodu WG na desce ZDP-1 je na obr. 91. Programové obslužení čítače 2 znamená zapsat 16 bitů čísla (dva byty – spodní a horní) do čítače 2. Čítač čítá směrem dolů a dočítá-li na nulu přijde RESET. Naplníme-li čítače čísly 00 a 10 (MÓD 0 dekadicky), pak za 1 sekundu při hodinách o periodě 1 ms nastane RESET. Samozřejmě pouze tehdy, nenaplnil-li program mezitím čítač 2 novými čísly, nebo nezakázal-li ENABLE WD.

Dalším důležitým obvodem na desce ZDP-1 je programovatelný řadič přerušení 8259 (KP580BH59 z SSSR). Do tohoto obvodu vstupuje 8 žádostí o přerušení z osmi desek v jednotce JPN-1. K úrovni INT 0 se dá přepínačem na desce připojit ještě žádost o přerušení od RTC a k úrovni INT 1 ještě žádost o přerušení z jednotek vstupů JVV-1. Je samozřejmě, že v systému SAPI-1 nemohou pracovat najednou dva řadiče přerušení (3214 na desce JPR-1 a 8259 na desce ZDP-1).

Programovatelný řadič přerušení 8259 je univerzálnější než řadič MH3214 použitý na desce JPR-1. Základní rozdíl je v tom, že obvod 3214 umí pro 8 přerušovacích vstupů skočit na 8 pevných adres na začátku paměti. Obvod 8259 umí při stejném počtu vstupů skočit na 8 adres umístěných kdekoli v paměti. Při použití obvodu 8259 nejsme tedy omezovali pevnými adresami počátku rutin pro obslužení žádostí o přerušení. Tím odpadnou problémy např. u programu MIKROBASIC, neboť není možné všech úrovní přerušení využít, protože paměť je v oblasti vektorů přerušení obsazena programem.

Nebudu se zde podrobně zabývat obvodem 8259, jehož možnosti využít o rozšiřování počtu přerušovacích vstupů jsou obrovské. Uvedu jen to nejdůležitější, vzhledem k jeho aplikaci na desce ZDP-1. Obvod má 8 vstupů pro žádost o přerušení. Tyto vstupy jsou aktivní v jedničce, ale na desce jsou předřazeny invertující tva-

Adresa FF00 (MW do desky DPB-1)

data:	7	6	5	4	3	2	1	0
	A7	A6	A5	1	LTM	ADI	1	0

A7, A6, A5 adresy pro instrukci CALL

LTM = 1 přerušení je vyvoláno hranou

LTM = 0 přerušení je vyvoláno úrovní

ADI = 1 adresy rutin v intervalu 4

ADI = 0 adresy rutin v intervalu 8

Pozn. – D0 a D1 jsou také volitelné, ale pro desku ZDP-1 jsou pevné

Obr. 92. Význam bitů ICW1 pro obvod 8259A

Adresa FF01 (MW do desky DPB-1)

data:	7	6	5	4	3	2	1	0
	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8

A8 až A15 adresy pro instrukci CALL

Obr. 93. Význam bitů ICW2 pro obvod 8259A

rovače (74LS14 = K555TL2), takže aktivní úroveň signálů INT 0 až INT 7 je log. 0. Žádost INT 0 má nejvyšší prioritu a INT 7 nejnižší. Priority je však možno dynamicky měnit programováním funkcí obvodu 8259. Jako každý programovatelný obvod vyžaduje i 8259 inicializaci. Pro naši aplikaci to znamená poslat na adresu FF00 1 byte nazývaný ICW1 a na adresu FF01 1 byte nazývaný ICW2. Ve výrobním testu desky je např. ICW1 = 1E HEX a ICW2 = 41 HEX. Význam jednotlivých bitů ICW1 je na obr. 92. Význam jednotlivých bitů ICW2 je na obr. 93. O adresových bitech A5 až A15 a bitu ADI si řekneme o trochu později. Bit LTM volí, zda bude obvod reagovat na hranu signálu (změna INT<sub>n</sub> „1“ na „0“) nebo na úroveň signálu INT<sub>n</sub>. Zde je nutné poznamenat, že žádost INT<sub>n</sub> musí zůstat v obou případech na úrovni log. 0 až do skončení prvního impulsu INTA (reakce procesoru na přerušení), takže se vlastně vždy jedná o úrovnový signál. Po inicializaci se automaticky nastaví registr povolení přerušení (INTERRUPT MASK REGISTER) na samé nuly, což znamená, že všechny úrovně jsou povoleny.

Nyní si řekneme něco o činnosti obvodu 8259A při zpracování žádosti o přerušení. V počátku celé sekvence se nastaví jeden nebo několik vstupů INT<sub>n</sub> na „0“, což znamená, že některá deska v JPN-1 žádá o přerušení. Obvod 8259A žádost vyhodnotí a pošle požadavek na přerušení přes desku DPB-1 do procesoru JPR-1

ICW1	Úroveň	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Interval 4 ADI = 4	0	A7	A6	A5	0	0	0	0	0
	1	A7	A6	A5	0	0	1	0	0
	2	A7	A6	A5	0	1	0	0	0
	3	A7	A6	A5	0	1	1	0	0
	4	A7	A6	A5	1	0	0	0	0
	5	A7	A6	A5	1	0	1	0	0
	6	A7	A6	A5	1	1	1	0	0
Interval 8 ADI = 0	0	A7	A6	0	0	0	0	0	0
	1	A7	A6	0	0	1	0	0	0
	2	A7	A6	0	1	0	0	0	0
	3	A7	A6	0	1	1	0	0	0
	4	A7	A6	1	0	0	0	0	0
	5	A7	A6	1	0	1	0	0	0
	6	A7	A6	1	1	1	0	0	0

Obr. 94. Nižší byte adresy při druhém INTA

(procesor musí být upraven!). Procesor potvrdí zpracování přerušení prvním impulsem INTA, který má obdobný význam jako MR při cyklu M1 (FETCH). Obvod 8259A pošle po datové sběrnici operační kód instrukce CALL (1100 1101 = CDHEX). Procesor kód převezme a vyšle druhý impuls INTA. Obvod 8259A pošle po datové sběrnici do procesoru vyšší byte adresy podle obr. 94. Procesor adresu převezme a vyšle třetí impuls INTA. Obvod 8259A pošle po datové sběrnici do procesoru vyšší byte adresy podle obr. 95. Tím dostal procesor kompletní instrukci CALL CD XX YY a provede skok do obsluhované rutiny. V obsluhované rutině přerušení se musí bezpodmínečně obsloužit přerušení tak, aby obsluhovaná žádost (INTn) přešla na úroveň log. 1, dále se musí poslat do 8259 povel FOI (na adresu FF00 poslat 20 HEX) a potom se povolí přerušení instrukcí EI.

Předchozí popis nemohl zcela vyčerpat všechny možnosti použití obvodu 8269A a proto zájemce odkazují na katalogy INTEL. Doufám však, že pro pochopení funkce jednotky JPN-1 a desky ZDP-1 uvedený popis stačí.

Jednotka JPN-1 rozšiřuje tedy systém SAPI-1 o 8 pozic pro desky přídavných zařízení (IOR, IOW), které se adresují jako paměť přes desku DPB-1. JPN-1 má paralelní systém přerušení, hodiny reálného času a automatický RESET při zbloudění programu. Při aplikacích JPN-1 se musí vyřadit na desce JPR-1 přerušovací systém s obvodem MH3214 nebo se musí použít deska procesoru JPR-1A. S deskou JPR-1Z neumí obvod 8259A spolupracovat, protože mikroprocesor Z80 nevydává tři impulsy INTA jako reakci na zpracování přerušení. Jednotka JPN-1 může s JPR-1Z spolupracovat, ale musela by se upravit deska ZDP-1, aby byla vyřazena funkce obvodu 8259 a tím ztratila smysl i funkce obvodu RTC a celý paralelní přerušovací systém. Na tomto případě je vidět, že aplikace mikroprocesoru Z80 nepřináší u nás vždy jen výhody.

## Systém vstupů a výstupů VVS-1

Podle našich zkušeností je třeba, aby řídicí mikropočítačový systém měl možnost rozšíření až na 2000 vstupů a výstupů pro digitální signály a asi 100 vstupů a řádové desítky výstupů pro analogové signály. Takové množství signálů již není vhodné přivádět vodiči do jednoho místa (k počítači). Nejlepším řešením je realizovat distribuované jednotky vstupů a výstupů, které mohou mít navíc svou vlastní inteligenci, to znamená, že mohou být řízeny vlastním mikroprocesorem. Po předzpracování signálu se pak do centrální jednotky řídicího systému posílají jen omezené počty zpráv a systém může komunikovat mezi jednotkami a centrem pomocí sériové sběrnice. Sériová sběrnice má pouze jeden souosý nebo kroucený vodič a proto je ekonomické její oddělit galvanicky a zajistit tak možnost propojení jednotek umístěných až několik kilometrů od hlavního řídicího mikropočítače.

data:	7	6	5	4	3	2	1	0
	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8

Pozn. – bity jsou naprogramovány pomocí ICW2

Obr. 95. Data, posílaná při druhém INTA

Při rozšiřování systému SAPI-1 jsme si rovnou netroufli na naznačené ideální řešení. Zatím nemáme dostatek zkušeností s jednočipovými mikropočítači a se sériovými přenosy na velké vzdálenosti v průmyslovém prostředí plněm rušení. Proto jsme řešení systému vstupů a výstupů rozdělili na dvě etapy. V první etapě realizujeme jednotky vstupů a výstupů (nazýváme je JVV-1C) a propojíme je paralelně na krátkou vzdálenost se systémem SAPI-1. V druhé etapě bude možno zaměnit paralelní komunikační desky jednotek za sériové a realizovat tak původní záměr.

V současné době je systém vstupů a výstupů (VVS-1) rozpracován do stavu, kdy jsou vyvinuty jednotky JVV-1C se sběrnici VVB-1C, řídicí deska sběrnice s paralelní komunikací, RDV-1C, a 10 desek digitálních vstupů a výstupů. Dále je vyvinut přípravek na kontrolu desek a sběrnice, TST-04C, a deska pro jeho připojení do jednotky, SIM-1C.

Předtím, než si něco řekneme o systému VVS-1, chtěl bych vysvětlit několik pojmů a seznámit vás se systémem značení desek systému vstupů a výstupů.

VVS-1 – systém vstupů a výstupů ze 14 jednotek JVV-1C, propojených paralelně s deskou DPB-1, zasunutou v základním systému SAPI-1;

JVV-1C – jednotka se zdrojem a s deseti pozicemi pro desky. Jednotka má sběrnici VVB-1C a není v ní možno používat standardní desky SAPI-1. Proto jsou všechny díly systému VVS-1 označeny písmenem „C“, které vyjadřuje to, že sběrnice jednotek pracuje na úrovních obvodů CMOS řady 4000;

VVB-1C – sběrnice jednotky JVV-1C obdobná sběrnici ARB-1, avšak pracuje na úrovních logiky CMOS s maximálním proudem zátěže 2 mA. Časy řídicích impulsů jsou prodlouženy na 1 μs (čtení a zápis). Sběrnice má pevnou adresaci podle polohy desky. Adresa se již nedeckóduje zvlášť na každé desce. Každá deska má signál SELn na špičce 21 konektoru X1, a z řídicí desky jsou rozvedeny výběrové signály přímo ke každé pozici pro desku. Je to obdobné jako dekodování paměti EPROM, kde má každý čip svůj signál CS;

RDV-1C – řídicí deska sběrnice VVB-1C, která komunikuje paralelně se systémem SAPI-1 přes desku DPB-1. Na řídicí desce je dekodér 1 z 8, který pak vybírá jednu z osmi desek zasunutých do sběrnice jednotky JVV-1C. Dále je na této desce dekodér adresy jednotky, která hlídá adresu jednotky a zapojuje jednotku do komunikace pouze tehdy, je-li vysílána adresa jednotky navolená na přepínači (1 ze 14);

BIT – informace zpracovávána samostatně v délce jednoho bitu, posílaném po datovém vodiči D0. Při čtení bitu jsou automaticky na datech D1 až D7 doplněny nuly. Při zápisu bitu je informace na D1 až D7 nevyznámá;

HEX – informace o délce 4 bitů, posílaná po datových vodičích D3, D2, D1, D0;

SLOVO – informace osmibitová, posílaná po vodičích D0 až D7;

ADRESA – adresa v systému VVS-1 je dvanáctibitová a skládá se z těchto částí:

adresa jednotky:

A11, A10, A9, A8,

adresa desky: A7, A6, A5,

adresa portu: A4, A3,

adresa bitu: A2, A1, A0;

XYZ-1C – značení desek systému. První písmeno X znamená typ desky:

O výstupní digitální deska,

I vstupní digitální deska,

A analogová vstupní deska,

P analogová výstupní deska,

C čítačová deska.

Písmeno Y značí formát dat desky:

B bitový,

H 4bitový,

S slovní, 8bitový.

Písmeno Z značí úroveň signálu, způsob oddělení atd.:

R reléový kontakt,

V úroveň 0 V a 24 V,

O vstup s optoelektronickým vazebním členem,

T úroveň TTL,

U napěťový analogový signál,

I proudový analogový signál,

C úroveň logiky CMOS.

Tak např. deska OHR-1C je deska reléových výstupů řízená zápisem 4 bitů. Deska IBT-1C je deska vstupů na úrovních TTL, z níž se čte po jednom bitu.

## Jednotka JVV-1C

Jednotka je po mechanické stránce shodná s jednotkou JZS-1. Liší se napájecím zdrojem, protože v jednotce JVV-1C je rozvedeno +15 V a -15 V pro napájení analogových obvodů na deskách převodníků (pouze při napájecím napětí 15 V je možno zpracovat vstupní úroveň ±10 V analogového signálu). Desky do základní sestavy proto mohou zpracovat pouze signály ±5 V. V jednotce je sběrnice VVB-1C. Jednotka má 10 pozic pro desky. První pozice je pro desku RDV-1C a druhá pro SIM-1C. Při dalším vývoji systému SAPI-1 bude deska RDV-1C nahrazena deskou procesoru (buď 8048 nebo Z80) se sériovou komunikací a deska SIM-1C bude nahrazena deskou paměti pro lokální uchování dat. Sériovým přenosem bude možné propojit až 16 jednotek JVV-1C, celkové délce sériové magistraly až 2 km. Počítá se s rychlostí přenosu 1 Mbit/s, magistrala bude oddělena transformátory.

## Sběrnice VVB-1C

Sběrnice je definována na úrovních obvodů CMOS. Na obr. 96 je zapojení konektorů K10 a K9 pro desky RDV-1C a SIM-1C a na obr. 97 je zapojení konektorů K8 až K11 pro desky vstupů a výstupů. Signály SEL 0 až SEL 7 jsou rozvedeny od první pozice ke špičkám č. 21 jednotlivých desek. Adresace desky je tedy dána pozicí, ve které je deska zasunuta. Od sběrnice ARB-1 a IOB-1 se sběrnici liší i napájecím napětím +15 V pro analogové obvody a rozvedením speciálního signálu ASIG, který dovolí, aby na jedné desce byl převodník A/D a na ostatních pouze vstupní zesilovače a analogové přepínače kanálů. Pro tento signál je i zvláštní tzv. analogová zem. Na špičce 62 každé pozice



Zapojení konektoru				Systém JPR-1			
Č.	Signál	Název	Typ	Č.	Signál	Název	Typ
1				2	HOLD	požadavek HOLD	INP
3				4			
5	HLDA	potvrzení HOLD	OUTP	6			
7				8	$\overline{RES}$	nulování	OUT
9				10	$\overline{RD}$	čtení	OUT
11				12	$\overline{WR}$	zápis	OUT
13				14			
15	+5 V	napájení	NAP	16	+5 V	napájení	NAP
17	+5 V		NAP	18	+5 V		NAP
19	0 V		NAP	20	0 V		NAP
21				22			
23	$\overline{SEL7}$	výběr desky 7	OUT	24	$\overline{SEL6}$	výběr desky 6	OUT
25	$\overline{SEL5}$	výběr desky 5	OUT	26	$\overline{SEL4}$	výběr desky 4	OUT
27	$\overline{SEL3}$	výběr desky 3	OUT	28	$\overline{SEL2}$	výběr desky 2	OUT
29	$\overline{SEL1}$	výběr desky 1	OUT	30	$\overline{SEL0}$	výběr desky 0	OUT
31	D4	DATA	BD	32	D3	DATA	BD
33	D6		BD	34	D5		BD
35	D2		BD	36	D7		BD
37	D0		BD	38	D1		BD
39	A1	ADRESA BITU	OUT	40	A0	ADRESA BITU	OUT
41	A3	ADRESA PORTU	OUT	42	A2	ADRESA BITU	OUT
43				44	A4	ADRESA PORTU	OUT
45				46			
47	$\overline{INT4}$	žádost o přeruš. 4	IN	48	$\overline{RI4}$	nulování přeruš. 4	IN
49	$\overline{INT5}$	žádost o přeruš. 5	IN	50	$\overline{RI5}$	nulování přeruš. 5	IN
51	$\overline{INT6}$	žádost o přeruš. 6	IN	52	$\overline{RI6}$	nulování přeruš. 6	IN
53	$\overline{INT7}$	žádost o přeruš. 7	IN	54	$\overline{RI7}$	nulování přeruš. 7	IN
55	$\overline{RI0}$	nulování přeruš. 0	OUT	56	$\overline{INT0}$	žádost o přeruš. 0	OUT
57	$\overline{RI1}$	nulování přeruš. 1	OUT	58	$\overline{INT1}$	žádost o přeruš. 1	OUT
59	$\overline{RI2}$	nulování přeruš. 2	OUT	60	$\overline{INT2}$	žádost o přeruš. 2	OUT
61	$\overline{RI3}$	nulování přeruš. 3	OUT	62	$\overline{INT3}$	žádost o přeruš. 3	OUT
Číslo konektoru: K10, K9 Deska/zařízení: VVB-1C Klíčování: F6			Konektor: TX518 6212 Protikus: TY517 6211		výstupní OUT vstupní IN obousměrný BD		

Obr. 96. Zapojení prvních dvou konektorů na sběrnici VVB-1C

ce pro desky je signál INT (přerušení) a na špičce 61 je signál RI (nulování přerušení). Systém přerušení je paralelní a všech-

ny tyto signály jsou vedeny na desku RDV-1C. Z této desky je možné jedním čtením přečíst paralelně všech 8 žádostí

Zapojení konektoru				Systém JPR-1			
Č.	Signál	Název	Typ	Č.	Signál	Název	Typ
1				2			
3				4			
5				6			
7				8	$\overline{RES}$	nulování	IN
9				10	$\overline{RD}$	čtení	IN
11				12	$\overline{WR}$	zápis	IN
13				14			
15	+5 V	napájení	NAP	16	+5 V	napájení	NAP
17	+5 V		NAP	18	+5 V		NAP
19	0 V		NAP	20	0 V		NAP
21	$\overline{SELn}$	výběr desky n	IN	22			
23				24			
25				26			
27				28			
29				30			
31	D4	data	BD	32	$\overline{D3}$	data	BD
33	D6		BD	34	D5		BD
35	D2		BD	36	D7		BD
37	D0		BD	38	D1		BD
39	A1	adresa bitu	IN	40	A0	adresa bitu	IN
41	A3	adresa portu	IN	42	A2	adresa bitu	IN
43				44	A4	adresa portu	IN
45				46			
47	-15 V	napájení	NAP	48	A sig	analogový signál	BD
49	A zem	analogová zem	NAP	50	+15 V	napájení	NAP
51	+12 V	napájení	NAP	54	0 V	napájení	NAP
53	0 V	napájení	NAP	54	0 V	napájení	NAP
55				56			
57				58			
59				60			
61	$\overline{RI}$	nulování přeruš. n	INP	62	$\overline{INTn}$	žádost o přeruš. n	OUT
Číslo konektoru: K8 až K1 Deska/zařízení: VVB-1C			Konektor: TX518 62 12 Protikus: TY517 62 11		IN - vstup OUT - výstup BD - obousměr.		

Obr. 97. Zapojení konektoru pro desky vstupů na sběrnici VVB-1C

o přerušení a obslužené žádosti paralelně vynulovat zápisem na speciální adresu.

Pro testování desek patřících do CMOS sběrnice byl vyvinut přípravek do běžné sběrnice SAPI-1, aby bylo možno testovat desky v základní sestavě SAPI-1.

#### Deska RDV-1C

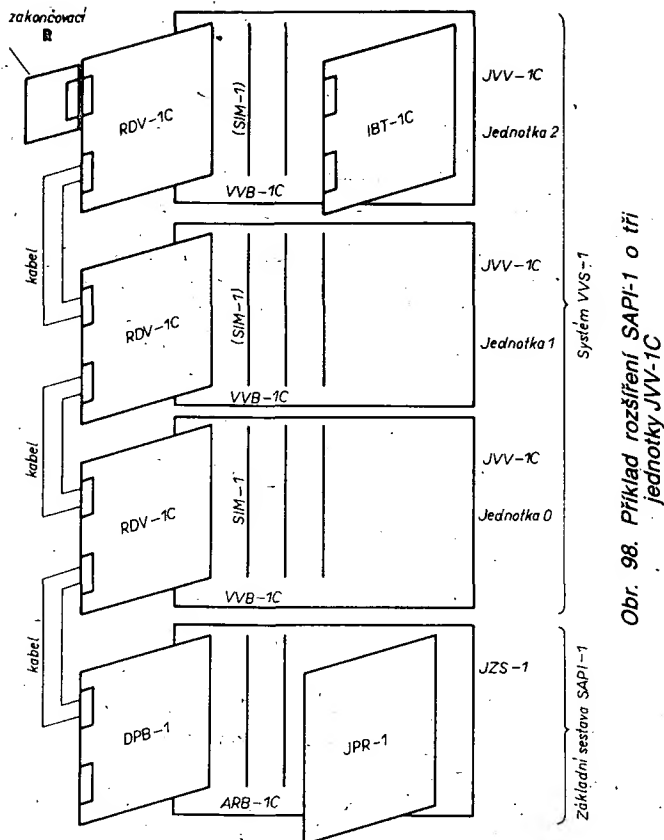
Deska RDV-1C nahrazuje v jednotce JVV-1C procesor. Všechny desky v systému VVS-1 jsou připojeny paralelně na kabel, který vychází z desky DPB-1. Proto má deska RDV-1C dva konektory pro kabel. Na konektor X<sub>2</sub> je přiveden kabel z předchozí jednotky JCC-1C a z konektoru X<sub>3</sub> se vede kabel na další desku RDV-1C. Do posledního konektoru je zasunuta destička se zakončovacími rezistory. Deska RDV-1C vlastně data i adresy pouze zesiluje a upravuje je na úroveň CMOS. Na desce je dekodér adresy jednotky a dekodér adresy desky. Dále je zde paralelní systém přerušení, aby řídicí mikroprocesor JPR-1 mohl přečíst a vynulovat přerušení. Přerušení od všech jednotek se hlásí do mikroprocesoru po vodiči, označeném  $\overline{SRQ}$ . Počítač si pak musí zjistit čtením stavových slov přerušení jednotlivých jednotek, kdo o přerušení žádal. Priorita je tak dána programem, neboť záleží, v jakém pořadí se stavová slova čtou.

Speciální je způsob adresace jednotky při přerušení. Normálně se jeví každá jednotka jako 256 byte paměti (8 desek po 4 portech po 8 bitech). Při čtení stavového slova přerušení a při zápisu nulování přerušení se však adresace jednotky JVV-1C mění. Zatímco v normálním provozu je hledána adresa jednotky na adresových vodičích A11, A10, A9 a A8, při práci s přerušením se hledá adresa A3, A2, A1 a A0, neboť je generován signál INH a ten mění adresaci. Pak je možno přečíst po sobě jdoucí adresy a každá patří jiné jednotce.

Na obr. 98 je znázorněno propojení jednotek JVV-1C. Funkce desky DPB-1 je popsána zvlášť a její začlenění do systému je vysvětleno u popisu desky ZDP-1.

#### Deska SIM-1C

Deska simulátoru sběrnice se zasunuje do druhé pozice zleva do jednotky JVV-1C. Jak již sám název říká, tato deska umí nahradit při testování a oživování řídicí desku RRDV-1C a nasimulovat potřebné signály sběrnice VVB-1C. Pomocí přípravku TST-04C, který je k této desce připojen, můžeme vybrat jednu z osmi desek na sběrnici VVB-1C a zapsat do určitého portu bit, 4 bity nebo slovo. Nebo je možné přečíst ze vstupní desky bit 4 bity nebo slovo. Tuto možnost přivítají uživatelé systému zejména při oživování aplikací, u nichž je dobré se předem přesvědčit, že je vše správně připojeno a že vstupy a výstupy fungují. Rovněž při opravách systému můžeme pomocí SIM-1C a TST-04C lehce zjistit, proč program přestal reagovat například na koncový spínač připojený na jednotku č. 6 a v ní na desku č. 5 na bit č. 4 portu 2. Jednoduše zasuneme desku SIM-1C do druhé pozice zleva v jednotce 6 a přečteme pomocí přepínačů vadný bit a zkusíme mačkat koncový spínač a přesvědčíme se o jeho funkci.



#### Přípravek TST-04C

Přípravek je tvořen skříňkou připojenou pomocí kabelu na desku SIM-1C. Na přípravku je 8 přepínačů pro volbu zapisovaných dat a 8 LED pro čtení dat přečtených z desky. Dále jsou zde tři přepínače pro volbu desky, dva pro volbu portu a tři pro volbu bitu. Čtení a zápis se ovládá dvěma tlačítky, RD a WR. Při testování bitových desek se zapisuje pouze bit D0.

#### Deska OBT-1C

Deska představuje 32 výstupů na úrovních TTL. Na desce jsou použity obvody MHB4099, které umožňují změnu jednoho bitu bez ovlivnění dalších bitů. Zjednoduší se tím program, protože se nemusí pamatovat, jak byly nastaveny ostatní bity. Výstup z desky je přes dva 30pólové konektory FRB.

#### Deska OST-1C

Deska představuje 32 výstupů na úrovních TTL. Deska má čtyři porty po 8 bitech. Zápisem se nastavuje všech 8 bitů adresovaného portu najednou. Výstupy jednotlivých portů jsou třístavové a jsou ovládány přes konektor. Nepotřebujeme-li třístavové výstupy, můžeme je trvale „povolit“ a dostaneme běžné výstupy TTL. Deska je vhodná zejména pro stavbu testovacích zařízení pro desky a obvody.

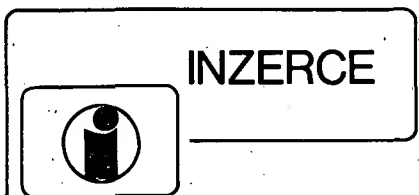
#### Deska IST-1C

Deska představuje 32 vstupů na úrovních TTL. Vstupy jsou ošetřeny rezistory

na +5 V a tvarovači 74132. Vstupy jsou organizovány do čtyř portů po 8 vstupech. Celé slovo se čte najednou.

#### Deska IBT-1C

Deska představuje 32 vstupů na úrovních TTL. Vstupy jsou ošetřeny rezistory na +5 V a tvarovači 74132. Vstupy jsou bitové a proto při naadřování bitu přečteme jeho hodnotu do bitu D0, bity D1 až D7 jsou vždy nulové. Výhodou je, že program nemusí bit maskovat a může se o stavu bitu přímo přesvědčit instrukcí skoku. Po čtení je však nutné realizovat ještě instrukci, která nastavuje příznaky ve stavovém slově, protože pouhé čtení příznaky nenastavuje.



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Naše vojsko, inzerční oddělení (inzerce AR), Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294. Uzavírka tohoto čísla byla dne 2. 12. 1985, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Neopomeňte uvést prodejní cenu, jinak inzerát neuveřejníme. Text inzerátu pište čitelně, aby se předešlo chybám vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

#### PRODEJ

Gramo Grundig PS 3500 – HiFi, direkt drive autom., vložka Audiotechnika (5800), receiver Technics SA-222 FM/AM, 2 x 50 W sin, 4 výstupy (11 500). Jan Kvítek, Spartakiádní 273/25, 400 10 Ústí n. Labem, tel. 220 27.  
Slučovač NDR 3036 na II/FM-CCIR pásmo a I, III a IV/V pásmo (70), 14prvkovou TV ant. 1407GL, 6-9 kanál. (280), bar. hudbu 4 bar. 16 žár. Nutno vidět (800). Různé radiosoučástky. O. Prášek, U Svobodárny 7, 190 00 Praha 9, tel. 83 99 579.  
Zes. 2 x 25 W, 4 Ω (850), reprob. HS 200; 25 W, 4 Ω (850), staveb. gramof., M75 Shure, též. talíř, krok. m., (1400).

#### Deska OBV-1C

Deska představuje 16 výstupů s úrovní zátěže +24 V/0,1 A. Deska je bitová, to znamená že můžeme nastavit nebo vynulovat jednotlivé bity. Na výstupech jsou použity obvody UCY75450 a při indukční zátěži (relé, magnet) je nutné výstupy chránit externě diodami proti špičkám napětí.

#### Deska OHV-1C

Deska představuje 16 výstupů s úrovní zátěže +24 V/1 A. Deska je typu HEX a je organizována do čtyř portů po čtyřech bitech. Výstupy z desky jsou stejné jako u desky OBV-1C. Čtyřbitové ovládání je určeno zejména pro krokové motorky.

#### Deska ISO-1C

Deska představuje 16 vstupů oddělených optoelektronickými vazebními členy. Úrovně zpracovávaných signálů jsou 0 V a +24 V. Každý vstup představuje zátěž asi 10 mA při 24 V na vstupu. Deska je slovní a je organizována jako dva vstupní porty po 8 bitech.

#### Deska IBO-1C

Deska představuje 16 vstupů oddělených optoelektronickými vazebními členy. Vstupní úrovně jsou stejné jako u ISO-1C. Deska je bitová a čte se každý naadřovaný bit zvlášť.

#### Deska OHR-1C

Deska představuje 8 reléových výstupů. Každý výstup je tvořen spínacím kontaktem, který po zápisu „jedničky“ sepne. Deska je typu HEX, to znamená, že se nastavují zvlášť dva porty po 4 bitech. Jmenovitá zátěž kontaktů je 24 V/0,1 A.

#### Deska OBR-1C

Deska představuje 8 reléových výstupů podobně jako deska OHR-1C. Deska OBR-1C je však bitová a zapisuje se stav každého relé samostatně.

Silvestr Arpa, V rybníčkách 3082, 100 00 Praha 10-Strahov, tel. 78 12 494.  
Sinclair ZX81 + 16 kbyte + něm., ang. a čes. manuál + programy (4500). L. Husák, Jindřišská 9, 110 00 Praha 1.  
ZX Spectrum 16 K (6000) a TI-58 (2100), koupím kaz. datarecorder, 8255. Ing. Kopecký, Robotnická ul. 54/11, 905 01 Senica.  
BFR 90, 91, 96 (a 75), BFT66 (140), NE555 (35). Ernest Zöld, Gorkého 440, 929 01 Dunajská Streda.

#### KOUPĚ

AR A i B od roku 1979, kompletní. Zařízení, přístroje, součástky vhodné pro začátečníka. Petr Klymec, U Krčské vodárny 20, 140 00 Praha 4.  
Vysocí kvalit. antén. předzesilovač, nejlépe přeladovací pro 21-60 k., antén. předzesilov. pro 10 k., TV zařízení (převáděč, parabolu) pro 12 GHz. Kdo zhotoví TV anténu, parabolu Ø 3-6 m: J. Vobejda, Perštejnská 284, 184 00 Dol. Chabry.

#### RŮZNÉ

Hledám majitele Atari 800 XL. Výměna programů. Z Kučera, Galandauerova 3, 612 00 Brno.  
Kdo zapůjčí nebo prodá schéma nebo serv. návod na rd. přijímač Hitachi KH 1326. J. Gebarowsky, Pod Královkou 7, 169 00 Praha 6.

#### VÝMĚNA

Vačší množství programů pro ZX Spectrum 48 K, alebo predám. Zoznam proti známke. B. Palovič, 032 23 Lipt. Sielnica 81.